

## 明 細 書

## 液晶表示装置

## 5 技術分野

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、広視野角特性を有し、高品位の表示を行う液晶表示装置に関する。

## 背景技術

10 近年、パーソナルコンピュータのディスプレイや携帯情報端末機器の表示部に用いられる表示装置として、薄型軽量の液晶表示装置が利用されている。しかしながら、従来のツイストネマチック型（TN型）、スーパーツイストネマチック型（STN型）液晶表示装置は、視野角が狭いという欠点を有しており、それを解決するために様々な技術開発が行われている。

15 TN型やSTN型の液晶表示装置の視野角特性を改善するための代表的な技術として、光学補償板を付加する方式がある。他の方式として、基板の表面に対して水平方向の電界を液晶層に印加する横電界方式がある。この横電界方式の液晶表示装置は、近年量産化され、注目されている。また、他の技術としては、液晶材料として負の誘電率異方性を有するネマチック液晶材料を用い、配向膜として垂直配向膜を用いるDAP (deformation of vertical aligned phase) がある。これは、電圧制御複屈折(ECB:electrically contro

20

lled birefringence)方式の一つであり、液晶分子の複屈折性を利用して透過率を制御する。

しかしながら、横電界方式は広視野角化技術として有効な方式の1つではあるものの、製造プロセスにおいて、通常のTN型に比べて生産マージンが著しく狭いため、安定な生産が困難であるという問題がある。これは、基板間のギャップむらや液晶分子の配向軸に対する偏光板の透過軸（偏光軸）方向のずれが、表示輝度やコントラスト比に大きく影響するためであり、これらを高精度に制御して、安定な生産を行うためには、さらなる技術開発が必要である。

また、DAP方式の液晶表示装置で表示ムラの無い均一な表示を行うためには、配向制御を行う必要がある。配向制御の方法としては、配向膜の表面をラビングすることにより配向処理する方法がある。しかしながら、垂直配向膜にラビング処理を施すと、表示画像中にラビング筋が発生しやすく量産には適していない。

そこで、本願発明者は、他の者とともに、液晶層を介して対向する一対の電極の一方に開口部と中実部とからなる所定の電極構造を形成し、開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、これらの開口部および中実部に、放射状傾斜配向をとる複数の液晶ドメインを形成する手法を提案している（特開2003-043525号公報）。この手法を用いると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが安定に、高い連続性を有するように形成されるので、視野角特性および表示品位を向上させることができる。

しかしながら、液晶表示装置の普及に伴い、液晶表示装置に要求

される表示特性は高まってきており、より明るい表示を行うための  
いっそうの高開口率化が望まれている。

## 発明の開示

5       本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、広視野角特性を有し、表示品位が高く、且つ、明るい表示が可能な液晶表示装置を提供することを目的とする。

      本発明による液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1  
10    基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを備え、複数の  
      絵素領域を有し、前記第1基板は、前記液晶層側に前記複数の絵素  
      領域のそれぞれごとに設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電気  
      的に接続されたスイッチング素子とを有し、前記第2基板は、前記  
      絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極を有し、前記複数  
15    の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極は、複数の単位中実  
      部を含む中実部を有し、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電  
      極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且  
      つ、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたときに、  
      前記絵素電極の前記複数の単位中実部のそれぞれの周辺に生成され  
20    る斜め電界によって、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応した  
      領域に、放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する、液晶  
      表示装置であって、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記  
      絵素電極および前記対向電極と前記液晶層とによって構成される液  
      晶容量に電氣的に並列に接続された補助容量をさらに備え、前記第

1 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極の前記中実部が設けられていない領域を有し、前記補助容量の少なくとも一部が、前記第1基板の前記中実部が設けられていない領域内に位置し、そのことによって上記目的が達成される。

5       ある好適な実施形態において、前記スイッチング素子は薄膜トランジスタである。

ある好適な実施形態において、前記補助容量は、補助容量配線と、前記補助容量配線に対向し、前記薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続された補助容量電極と、前記補助容量配線と前記補助容量電極との間に設けられた第1の絶縁層とを有する。

10

ある好適な実施形態において、前記補助容量配線の少なくとも一部、前記補助容量電極の少なくとも一部および前記第1の絶縁層の少なくとも一部が前記領域内に位置している。

ある好適な実施形態において、前記第1基板は、前記薄膜トランジスタのゲート電極に電氣的に接続された走査配線と、前記薄膜トランジスタのソース電極に電氣的に接続された信号配線とを有する。

15

ある好適な実施形態において、前記補助容量配線は、前記走査配線に略平行に延びる少なくとも1つの配線幹部と、前記配線幹部から延設された配線枝部とを有し、前記補助容量電極は、前記配線幹部に前記第1の絶縁層を介して対向する少なくとも1つの電極幹部と、前記電極幹部から延設された電極枝部とを有する。

20

ある好適な実施形態において、前記配線枝部および前記電極枝部は、前記複数の単位中実部のうちの1つの中央付近に重なるように



延設されている。

ある好適な実施形態において、前記少なくとも1つの配線幹部は複数の配線幹部であり、前記少なくとも1つの電極幹部は複数の電極幹部である。

5 前記第1基板は、少なくとも前記薄膜トランジスタおよび前記補助容量電極を覆う第2の絶縁層をさらに有し、前記絵素電極は、前記第2の絶縁層上に形成されていることが好ましい。

前記第2の絶縁層は、樹脂材料から形成されていることが好ましい。

10 前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。

ある好適な実施形態において、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は略円形である。

ある好適な実施形態において、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、角部が略円弧状の略矩形である。  
15

ある好適な実施形態において、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、角部が鋭角化された形状を有する。

前記複数の単位中実部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成することが好ましい。  
20

ある好適な実施形態において、前記絵素電極は、少なくとも1つの開口部をさらに有し、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたときに、前記斜め電界によって、前記

少なくとも1つの開口部に対応する領域にも放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する。

前記少なくとも1つの開口部は、実質的に等しい形状で等しい大きさを有する複数の開口部を含み、前記複数の開口部の少なくとも  
5 一部の開口部は、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成することが好ましい。

前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。

ある好適な実施形態において、前記複数の開口部の前記少なくとも  
10 も一部の開口部のそれぞれの形状は略円形である。

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極の前記複数の開口部の面積の合計は、前記絵素電極の前記中実部の面積より小さいことが好ましい。

ある好適な実施形態において、本発明による液晶表示装置は、前  
15 記絵素電極の前記複数の開口部のそれぞれの内側に凸部をさらに備え、前記凸部の前記基板の面内方向の断面形状は、前記複数の開口部の形状と同じであり、前記凸部の側面は、前記液晶層の液晶分子に対して、前記斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する。

20 ある好適な実施形態において、前記第1基板は、前記絵素電極の前記液晶層とは反対側に設けられた誘電体層と、前記誘電体層を介して前記絵素電極の前記少なくとも1つの開口部の少なくとも一部に対向するさらなる電極とを有する。

ある好適な実施形態において、前記第 2 基板は、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応する領域に、前記液晶層の液晶分子を少なくとも前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加された状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有する。

前記配向規制構造は、前記複数の単位中実部のそれぞれの中央付近に対応する領域に設けられていることが好ましい。

前記複数の単位中実部のそれぞれに対応して形成される前記液晶ドメイン内において、前記配向規制構造による配向規制方向は、前記斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合することが好ましい。

ある好適な実施形態において、前記配向規制構造は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されていない状態においても配向規制力を発現する。

ある好適な実施形態において、前記配向規制構造は、前記対向基板の前記液晶層側に突き出た凸部である。

ある好適な実施形態において、前記補助容量の一部は、前記配向規制構造に重なっている。

ある好適な実施形態において、前記液晶ドメインは、渦巻き状の放射状傾斜配向状態をとる。

本発明による他の液晶表示装置は、第 1 基板と、第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に設けられた液晶層とを備え、複数の絵素領域を有し、前記第 1 基板は、前記液晶層側に前記複数の絵素領域のそれぞれごとに設けられた絵素電極と、前記絵素電極に

電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、前記第 2 基板は、  
前記絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極を有し、前記  
複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極は、少なくとも  
1 つの開口部またはスリットを有し、前記液晶層は、前記絵素電極  
5 と前記対向電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状  
態をとり、且つ、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加  
されたときに、前記絵素電極の前記少なくとも 1 つの開口部または  
スリットのエッジ部に生成される斜め電界によって配向規制される、  
液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、  
10 前記絵素電極および前記対向電極と前記液晶層とによって構成され  
る液晶容量に電氣的に並列に接続された補助容量をさらに備え、前  
記補助容量の少なくとも一部が、前記絵素電極の前記少なくとも 1  
つの開口部またはスリットに重なり、そのことによって上記目的が  
達成される。

15 ある好適な実施形態において、前記スイッチング素子は薄膜トラ  
ンジスタである。

ある好適な実施形態において、前記補助容量は、補助容量配線と、  
前記補助容量配線に対向し、前記薄膜トランジスタのドレイン電極  
に電氣的に接続された補助容量電極と、前記補助容量配線と前記補  
20 助容量電極との間に設けられた第 1 の絶縁層とを有する。

前記第 1 基板は、少なくとも前記薄膜トランジスタおよび前記補  
助容量電極を覆う第 2 の絶縁層をさらに有し、前記絵素電極は、前  
記第 2 の絶縁層上に形成されていることが好ましい。

前記第 2 の絶縁層は、樹脂材料から形成されていることが好ましい。

ある好適な実施形態において、前記絵素電極が有する少なくとも 1 つの開口部またはスリットは、複数のスリットである。

5       ある好適な実施形態において、前記第 2 基板は、前記絵素電極の前記複数のスリットの間に対応した領域に設けられた複数のリブを有する。

あるいは、前記対向電極は、前記絵素電極の前記複数のスリットの間に対応した領域に設けられた複数のさらなるスリットを有する。

10       以下、本発明の作用を説明する。

本発明による液晶表示装置においては、絵素領域ごとに設けられた絵素電極が、複数の単位中実部を含む中実部を有しており、液晶層は、電圧無印加状態において垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態においては、複数の単位中実部のそれぞれの周辺に生成される斜め電界によって、放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する。すなわち、絵素電極と対向電極との間に電圧を印加したときに、単位中実部の周辺に斜め電界を生成し、放射状傾斜配向をとる液晶ドメインを形成するように、絵素電極の外形が規定されている。液晶層は、典型的には、負の誘電異方性を有する液晶材料からなり、その両側に設けられた垂直配向層（例えば垂直配向膜）によって配向規制されている。

15

20

この斜め電界によって形成される液晶ドメインは、単位中実部に対応する領域に形成され、液晶ドメインの配向状態が電圧に応じて

変化することによって表示が行われる。それぞれの液晶ドメインは放射状傾斜配向をとり、高回転対称性の配向状態をとるので、表示品位の視角依存性が小さく、広視角特性が実現される。

5       なお、絵素電極の中で導電膜が存在する部分を中実部と称し、中実部の内で1つの液晶ドメインを形成する電界を発生する部分を「単位中実部」と称する。中実部は、典型的には、連続した導電膜から形成されている。

10       本発明による液晶表示装置では、さらに、補助容量の少なくとも一部が、絵素電極の中実部が設けられていない領域内に位置しているので、典型的には遮光性の部材を含んで構成される補助容量に起因した実効開口率（透過率）の低下を抑制し、表示に寄与する中実部の面積を大きくすることができる。そのため、明るい表示が実現される。

15       開口率の十分な向上を図る観点からは、補助容量のできるだけ多くの部分が中実部の設けられていない領域内に位置していることが好ましい。具体的には、中実部の設けられていない領域内に補助容量の1/4以上が位置していることが好ましく、1/2以上が位置していることがより好ましく、略全部が位置していることがさらに好ましい。

20       絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子としては、例えば、薄膜トランジスタを用いることができる。

典型的には、補助容量は、補助容量配線と、補助容量配線に対向し、薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続された補助容

量電極と、補助容量配線と補助容量電極との間に設けられた第1の絶縁層とを有しており、補助容量配線の少なくとも一部、補助容量電極の少なくとも一部および誘電体層の少なくとも一部が中実部の設けられていない領域内に位置している。

5        また、液晶層を介して対向する一对の基板のうちの薄膜トランジスタを備えた一方の基板は、典型的には、薄膜トランジスタのゲート電極に電氣的に接続された走査配線と、薄膜トランジスタのソース電極に電氣的に接続された信号配線とを有している。

10        補助容量配線および補助容量電極が分岐構造を有していることによって、補助容量の絵素領域内での配置に関して自由度の高い設計が可能になり、十分な容量値を確保しつつ、十分な実効開口率を得ることが可能になる。具体的には、補助容量配線が、走査配線に略平行に延びる少なくとも1つの配線幹部と、配線幹部から延設された配線枝部とを有し、補助容量電極が、配線幹部に第1の絶縁層を  
15        介して対向する少なくとも1つの電極幹部と、電極幹部から延設された電極枝部とを有する構成を採用することによって、このような効果が得られる。配線枝部および電極枝部は、例えば、単位中実部の中央付近に重なるように延設される。

20        また、補助容量配線が複数の配線幹部を有し、補助容量電極が複数の電極幹部を有することにより、さらに設計の自由度を高くでき、補助容量のより多くの部分を中実部の設けられていない領域に位置させることが可能となるので、より高開口率の設計を実現できる。

絵素電極を有する基板が、少なくとも薄膜トランジスタおよび補

助容量電極を覆う第2の絶縁層をさらに有し、絵素電極がこの第2の絶縁層上に形成されている構成を採用すると、絵素電極を薄膜トランジスタや配線に部分的に重なるように設けることができ、いっそうの開口率の向上を図ることができる。

- 5       放射状傾斜配向を得るのに十分な強さの斜め電界を生成するためには、第2の絶縁層を厚膜とすることが好ましい。補助容量を構成する補助容量電極は、薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続されており、絵素電極の中実部と実質的に同じ電位となる。そのため、中実部の設けられていない領域に補助容量電極の一部が位置
- 10       置していると、電圧印加時に生成される等電位線が中実部の設けられていない領域で十分に落ち込まず、単位中実部の周辺に十分な強さの斜め電界が生成されないことがある。第2の絶縁層を厚膜とすると、第2の絶縁層による電圧降下を十分大きくし、中実部の設けられていない領域で等電位線を十分に落ち込ませることができるの
- 15       で、単位中実部の周辺に十分な強さの斜め電界を生成することができる。また、第2の絶縁層を厚膜とすることによって、第2の絶縁層の液晶層側の表面を実質的に平坦とすることができるので、その上に形成される絵素電極の中実部に段差が発生することを防止できる。十分に安定な放射状傾斜配向を得るためには、第2の絶縁層の
- 20       厚さは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

第2の絶縁層を樹脂材料（例えば感光性を有する透明樹脂材料）から形成すると、第2の絶縁層の厚膜化が容易となる。



単位中実部の形状（基板法線方向から見たときの形状）が回転対称性を有することによって、単位中実部に対応した領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、単位中実部の形状  
5 が高い回転対称性（2回回転対称性以上が好ましく、4回回転対称性以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。

単位中実部の形状が略円形、あるいは略楕円形であると、放射状傾斜配向状態の液晶分子の配向の連続性が高くなるので、配向安定性が向上する。

10 これに対して、単位中実部の形状が略矩形であると、絵素領域内での単位中実部の面積比率（実効開口率）が高くなるので、液晶層の電圧に対する光学特性（例えば透過率）が向上する。

また、単位中実部の形状が、角部が略円弧状の略矩形であると、配向安定性および光学特性の両方を高くすることができる。

15 さらに、単位中実部が、角部が鋭角化された形状（例えば略星形）を有すると、斜め電界を生成する電極の辺がより多く形成されるので、より多くの液晶分子に斜め電界を作用させることができる。そのため、応答速度が向上する。

20 複数の単位中実部が、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成とすることによって、単位格子を単位として、複数の液晶ドメインを高い対称性で配置することができるので、表示品位の視角依存性を向上することができる。さらに、絵素領域の全

体を単位格子に分割することによって、絵素領域の全体に亘って、液晶層の配向を安定化することができる。例えば、それぞれの単位中実部の中心が正方格子を形成するように、複数の単位中実部を配列する。

- 5       絵素電極は、さらに、少なくとも1つの開口部を有してもよい。絵素電極に開口部を設けることによって、多くの単位中実部を形成することが容易になり、絵素領域内に多くの液晶ドメインを容易に形成することができる。

- 10       開口部を設けると、単位中実部の周辺すなわち開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、開口部に対応した領域にも放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成することができる。単位中実部に形成される液晶ドメインおよび開口部に形成される液晶ドメインは、上記斜め電界によって形成されるので、これらは互いに隣接して交互に形成され、且つ、隣接する液晶ドメイン間の液晶分子の配向は本質的に連続である。従って、開口部に形成される液晶ドメインと中実部に形成される液晶ドメインの間にはディスクリネーションラインは生成されず、それによる表示品位の低下もなく、
- 15       液晶分子の配向の安定性も高い。

- 20       絵素電極の中実部に対応する領域だけでなく、開口部に対応する領域においても液晶分子が放射状傾斜配向をとると、液晶分子の配向の連続性が高く、安定した配向状態が実現され、ざらつきのない均一な表示が得られる。特に、良好な応答特性（速い応答速度）を実現するためには、液晶分子の配向を制御するための斜め電界を多

くの液晶分子に作用させることが好ましく、そのためには、開口部（エッジ部）を多く形成することが好ましい。開口部に対応して、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが形成されると、応答特性を改善するために開口部を多く形成しても、それに伴う表示品位の低下（ざらつきの発生）を抑制することができる。

なお、中実部（単位中実部）に対応して放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成されれば、開口部に対応して形成される液晶ドメインが放射状傾斜配向をとらなくとも、絵素領域内の液晶分子の配向の連続性は得られるので、中実部に対応して形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向は安定する。特に、開口部の面積が小さい場合には、表示に対する寄与も少ないので、開口部に対応する領域に放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成されなくても、表示品位の低下は問題にならない。

複数の開口部の少なくとも一部の開口部が、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成とすることによって、単位格子を単位として、複数の液晶ドメインを高い対称性で配置することができるので、表示品位の視角依存性を向上することができる。さらに、絵素領域の全体を単位格子に分割することによって、絵素領域の全体に亘って、液晶層の配向を安定化することができる。例えば、それぞれの開口部の中心が、正方格子を形成するように、開口部を配列する。

複数の開口部の少なくとも一部の開口部（典型的には単位格子を

形成する開口部）のそれぞれの形状（基板法線方向から見たときの形状）が回転対称性を有することによって、開口部に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、開口部の形状が高い回転対称性（2回回転対称性以上が好ましく、4回回転対称性以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。

開口部の形状（基板法線方向から見たときの形状）は、例えば、略円形や略正多角形（例えば正方形）である。

絵素領域のそれぞれにおいて、電極に形成される開口部の面積の合計が、中実部の面積より小さいことが好ましい。中実部の面積が大きいほど、電極によって生成される電界の影響を直接的に受ける液晶層の面積（基板法線方向から見たときの平面内に規定される）が大きくなるので、液晶層の電圧に対する光学特性（例えば透過率）が向上する。

開口部が略円形となる構成を採用するか、単位中実部が略円形となる構成を採用するかは、どちらの構成において、中実部の面積を大きくできるかによって決定してもよい。いずれの構成が好ましいかは、絵素のピッチに依存して適宜選択される。典型的には、ピッチが約  $25\ \mu\text{m}$  を超える場合、中実部が略円形となるように、開口部を形成することが好ましく、約  $25\ \mu\text{m}$  以下の場合には開口部を略円形とすることが好ましい。

また、応力に対する耐性を向上するために、液晶層の液晶分子に対して、上述の斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制

力を有する側面を備えた凸部を電極の開口部の内側に設けてもよい。  
この凸部の基板の面内方向の断面形状は、開口部の形状と同じであり、上述した開口部の形状と同様に、回転対称性を有することが好ましい。ただし、凸部の側面の配向規制力によって配向が規制される液晶分子は電圧に対して応答し難い（電圧によるリタデーションの変化が小さい）ので、表示のコントラスト比を低下させる要因となる。従って、凸部の大きさ、高さや数は、表示品位を低下させないように設定することが好ましい。

上述した一对の電極のうち的一方に開口部を設けた電極構造では、  
開口部に対応する領域の液晶層に十分な電圧が印加されず、十分なリタデーション変化が得られないために、光の利用効率が低下するという問題が発生することがある。そこで、開口部を設けた電極の液晶層とは反対側に誘電体層を設け、この誘電体層を介して電極の開口部の少なくとも一部に対向するさらなる電極を設ける（2層構造電極）ことによって、開口部に対応する液晶層に十分な電圧を印加することができ、光の利用効率や応答特性を向上することができる。

絵素電極を備えた基板に対向する基板（対向基板）が、複数の単位中実部のそれぞれに対応する領域に、液晶層の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有していると、少なくとも電圧印加状態においては、単位中実部を有する絵素電極とこの配向規制構造とによる配向規制力が液晶分子に作用するので、液晶ドメインの放射状傾斜配

向がより安定化され、液晶層への応力印加による表示品位の低下（例えば残像減少の発生）が抑制される。

5 配向規制構造を、単位中実部の中央付近に対応する領域に設けることによって、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができるので、放射状傾斜配向の応力に対する耐性が効果的に向上する。

単位中実部に対応して形成される液晶ドメイン内において、配向規制構造による配向規制方向を、斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合するように設定すると、配向の連続性および安定性が増し、表示品位および応答特性が向上する。

10 配向規制構造は、少なくとも電圧印加状態において配向規制力を発揮すれば配向を安定化する効果が得られるが、電圧無印加状態においても配向規制力を発揮する構成を採用すると、印加電圧の大きさに関わらず配向を安定化できる利点を得られる。配向規制構造の配向規制力は比較的弱くても効果を奏するので、絵素の大きさに比  
15 べて小さな構造でも十分に配向を安定化することが可能である。従って、配向規制構造は、単位中実部を有する絵素電極による配向規制力よりも弱い配向規制力を発現するだけでよいので、種々の構造を用いて実現することができる。

20 配向規制構造は、例えば、基板の液晶層側に突き出た凸部である。凸部は、電圧無印加状態においても配向規制力を発現することができる。また、このような凸部は、簡単なプロセスで製造することができるので、生産効率の観点からも好ましい。

ただし、電圧無印加状態において液晶分子が基板面に対して実質

的に垂直に配向する垂直配向型の液晶層を用いるので、電圧無印加状態においても配向規制力を発現する配向規制構造を用いると、表示品位の低下を伴うことになる。しかし、配向規制構造の配向規制力は比較的弱くても効果を奏するので、絵素の大きさに比べて小さな構造でも十分に配向を安定化することが可能であり、電圧無印加時の表示品位の低下が実質的に問題にならないこともある。液晶表示装置の用途（例えば、外部から印加される応力の大きさ）や電極の構成（絵素電極による配向規制力の強さ）によっては、比較的強い配向規制力を発現する配向規制構造を設ける場合がある。このような場合には、配向規制構造による表示品位の低下を抑制するために、遮光層を設けてもよい。また、この場合、補助容量の一部を配向規制構造と重ね、遮光層として機能させてもよい。このような構成とすることで、明るさの余分な低下を伴うことなく十分に大きな容量値を確保することができる。

また、液晶ドメインが渦巻き状の放射状傾斜配向状態をとる構成とすることによって、配向がさらに安定するとともに、ざらつきのない均一な表示が実現され、応答速度が向上する。渦巻き状の放射状傾斜配向状態は、例えば、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料にカイラル剤を添加した材料を用いることによって実現される。右回りの渦巻き状となるか左回りの渦巻き状となるかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。

本発明による他の液晶表示装置においては、絵素領域ごとに設けられた絵素電極が、開口部またはスリットを有しており、液晶層は、

電圧無印加状態において垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態においては、開口部またはスリットのエッジ部に生成される斜め電界によって配向規制され、そのことによって表示が行われる。本発明による他の液晶表示装置では、補助容量の少なくとも一部が絵素電極の開口部またはスリットに重なるので、典型的には遮光性の部材を含んで構成される補助容量に起因した実効開口率（透過率）の低下を抑制し、表示に寄与する領域（絵素電極のうちの導電膜が存在する部分）の面積を大きくすることができる。そのため、明るい表示が実現される。

10       開口率の十分な向上を図る観点からは、補助容量のできるだけ多くの部分が開口部またはスリットに重なっていることが好ましい。具体的には、補助容量の  $1/4$  以上が重なっていることが好ましく、 $1/2$  以上が重なっていることがより好ましく、略全部が重なっていることがさらに好ましい。

15       絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子としては、例えば、薄膜トランジスタを用いることができる。

典型的には、補助容量は、補助容量配線と、補助容量配線に対向し、薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続された補助容量電極と、補助容量配線と補助容量電極との間に設けられた第 1 の絶縁層とを有している。

20       絵素電極を有する基板が、少なくとも薄膜トランジスタおよび補助容量電極を覆う第 2 の絶縁層をさらに有し、絵素電極がこの第 2 の絶縁層上に形成されている構成を採用すると、絵素電極を薄膜ト



ランジスタや配線に部分的に重なるように設けることができ、いっ  
5 　　そうの開口率の向上を図ることができる。

　　配向規制を行うのに十分な強さの斜め電界を生成するためには、  
第２の絶縁層を厚膜とすることが好ましい。補助容量を構成する補  
10 　　助容量電極は、薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続さ  
れており、絵素電極の導電膜と実質的に同じ電位となる。そのため、  
開口部またはスリットに補助容量電極の一部が重なっていると、電  
圧印加時に生成される等電位線が開口部またはスリットで十分に落  
15 　　ち込まず、開口部またはスリットのエッジ部に十分な強さの斜め電  
界が生成されないことがある。第２の絶縁層を厚膜とすると、第２  
の絶縁層による電圧降下を十分大きくし、開口部またはスリットで  
等電位線を十分に落ち込ませることができるので、開口部またはス  
リットのエッジ部に十分な強さの斜め電界を生成することができる。  
また、第２の絶縁層を厚膜とすることによって、第２の絶縁層の液  
20 　　晶層側の表面を実質的に平坦とすることができるので、その上に形  
成される絵素電極に段差が発生することを防止できる。十分に強い  
配向規制力を得るためには、第２の絶縁層の厚さは、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上で  
あることが好ましく、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

　　第２の絶縁層を樹脂材料（例えば感光性を有する透明樹脂材料）  
20 　　から形成すると、第２の絶縁層の厚膜化が容易となる。

## 図面の簡単な説明

　　図１（ａ）および（ｂ）は、本発明による液晶表示装置１００の

一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 1 (a) は上面図、図 1 (b) は図 1 (a) 中の 1 B - 1 B' 線に沿った断面図である。

図 2 (a) および (b) は、液晶表示装置 1 0 0 の液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示す図であり、図 2 (a) は、配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示し、図 2 (b) は、定常状態を模式的に示している。

図 3 (a) ~ 図 3 (d) は、電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

図 4 (a) ~ 図 4 (c) は、本発明による液晶表示装置 1 0 0 における、基板法線方向から見た液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

図 5 (a) ~ 図 5 (c) は、液晶分子の放射状傾斜配向の例を模式的に示す図である。

図 6 (a) および図 6 (b) は、本発明による液晶表示装置に用いられる他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

図 7 (a) および図 7 (b) は、本発明による液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

図 8 (a) および図 8 (b) は、本発明による液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

図 9 は、本発明による液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

図 1 0 (a) および図 1 0 (b) は、本発明による液晶表示装置

に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

図 1 1 (a) は、図 1 (a) に示したパターンの単位格子を模式的に示す図であり、図 1 1 (b) は、図 9 に示したパターンの単位格子を模式的に示す図であり、図 1 1 (c) はピッチ p と中実部面積比率との関係を示すグラフである。

図 1 2 (a) および図 1 2 (b) は、本発明による液晶表示装置 1 0 0 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 1 2 (a) は上面図、図 1 2 (b) は図 1 2 (a) 中の 1 2 B - 1 2 B' 線に沿った断面図である。

図 1 3 は、本発明による液晶表示装置 1 0 0 の等価回路を示す図である。

図 1 4 (a) および図 1 4 (b) は、第 2 の絶縁層として薄膜を備えた液晶表示装置を模式的に示す断面図である。

図 1 5 (a) および図 1 5 (b) は、本発明による他の液晶表示装置 2 0 0 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 1 5 (a) は上面図、図 1 5 (b) は図 1 5 (a) 中の 1 5 B - 1 5 B' 線に沿った断面図である。

図 1 6 は、本発明による他の液晶表示装置 3 0 0 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図である。

図 1 7 (a) ~ 図 1 7 (d) は、配向規制構造 2 8 を有する対向基板 4 0 0 b を模式的に示す図である。

図 1 8 (a)、図 1 8 (b) および図 1 8 (c) は、配向規制構造を有する液晶表示装置 4 0 0 の一絵素領域の断面構造を模式的に

示す図であり、図 18 (a) は電圧無印加状態を示し、図 18 (b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、図 18 (c) は定常状態を示している。

図 19 (a) および図 19 (b) は、本発明による他の液晶表示装置 500 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 19 (a) は上面図、図 19 (b) は図 19 (a) 中の 19B-19B' 線に沿った断面図である。

図 20 (a) ~ 図 20 (d) は、液晶分子 30a の配向と垂直配向性を有する表面の形状との関係を説明するための模式図である。

図 21 (a) および図 21 (b) は、液晶表示装置 500 の液晶層 30 に電圧を印加した状態を示す図であり、図 21 (a) は、配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示し、図 21 (b) は、定常状態を模式的に示している。

図 22 (a)、図 22 (b) および図 22 (c) は、開口部と凸部との配置関係が異なる液晶表示装置 500A、500B および 500C の模式的な断面図である。

図 23 は、液晶表示装置 500 の断面構造を模式的に示す図であり、図 19 (a) 中の 23A-23A' 線に沿った断面図である。

図 24 (a) および図 24 (b) は、本発明による他の液晶表示装置 500D の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 24 (a) は上面図、図 24 (b) は図 24 (a) 中の 24B-24B' 線に沿った断面図である。

図 25 (a)、図 25 (b) および図 25 (c) は、2 層構造電

極を備える液晶表示装置 600 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、図 25 (a) は電圧無印加状態を示し、図 25 (b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、図 25 (c) は定常状態を示している。

5 図 26 は、2 層構造電極を備える液晶表示装置 600 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図である。

図 27 (a) および図 27 (b) は、本発明による他の液晶表示装置 700 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 27 (a) は上面図、図 27 (b) は図 27 (a) 中の 27B-27B' 線に沿った断面図である。

10

### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

まず、本発明の液晶表示装置が有する電極構造とその作用とを説明する。以下では、薄膜トランジスタ (TFT) を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置について、本発明の実施形態を説明する。また、以下では、透過型液晶表示装置を例に本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれに限られず、反射型液晶表示装置や、透過反射両用型液晶表示装置に適用することができる。

15

20 なお、本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶表示装置の領域を「絵素領域」と呼ぶ。カラー液晶表示装置においては、R、G、B の「絵素」が 1 つの「画素」に対応する。絵素領域は、典型的には、絵素電極と絵素電極に対向する対

向電極とによって規定される。なお、ブラックマトリクスが設けられる構成においては、厳密には、表示すべき状態に応じて電圧が印加される領域のうち、ブラックマトリクスの開口部に対応する領域が絵素領域に対応することになる。

5 図 1 (a) および (b) を参照しながら、本発明による実施形態の液晶表示装置 100 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。以下では、説明の簡単さのためにカラーフィルタやブラックマトリクスを省略する。また、以下の図面においては、液晶表示装置 100 の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で示し、  
10 その説明を省略する。図 1 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 1 (b) は図 1 (a) 中の 1 B - 1 B' 線に沿った断面図に相当する。図 1 (b) は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

液晶表示装置 100 は、アクティブマトリクス基板（以下「T F T 基板」と呼ぶ。） 100 a と、対向基板（「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ） 100 b と、T F T 基板 100 a と対向基板 100 b との間に設けられた液晶層 30 とを有している。液晶層 30 の液晶分子 30 a は、負の誘電率異方性を有し、T F T 基板 100 a および対向基板 100 b の液晶層 30 側の表面に設けられた垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）によって、液晶層 30 に電圧が印  
20 加されていないとき、図 1 (b) に示したように、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向する。このとき、液晶層 30 は垂直配向状態にあるという。但し、垂直配向状態にある液晶層 30 の液晶分子 3

0 a は、垂直配向膜の種類や液晶材料の種類によって、垂直配向膜の表面（基板の表面）の法線から若干傾斜することがある。一般に、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸（「軸方位」とも言う。）が約  $85^\circ$  以上の角度で配向した状態が垂直配向状態と呼ばれる。

5        液晶表示装置 100 の T F T 基板 100 a は、透明基板（例えばガラス基板）11 とその表面に形成された絵素電極 14 とを有している。対向基板 100 b は、透明基板（例えばガラス基板）21 とその表面に形成された対向電極 22 とを有している。液晶層 30 を介して互いに対向するように配置された絵素電極 14 と対向電極 22 とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層 30 の配向状態が変化する。液晶層 30 の配向状態の変化に伴い、液晶層 30 を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われる。

15        液晶表示装置 100 が有する絵素電極 14 は、複数の開口部 14 a と中実部 14 b とを有している。開口部 14 a は、導電膜（例えば I T O 膜）から形成される絵素電極 14 の内の導電膜が除去された部分を指し、中実部 14 b は、導電膜が存在する部分（開口部 14 a 以外の部分）を指す。開口部 14 a は 1 つの絵素電極ごとに複数形成されているが、中実部 14 b は、基本的には連続した単一の導電膜から形成されている。

20        複数の開口部 14 a は、その中心が正方格子を形成するように配置されており、1 つの単位格子を形成する 4 つの格子点上に中心が位置する 4 つの開口部 14 a によって実質的に囲まれる中実部

(「単位中実部」と称する。) 14b' は、略円形の形状を有している。それぞれの開口部 14a は、4つの4分の1円弧状の辺(エッジ)を有し、且つ、その中心に4回回転軸を有する略星形である。ここでは、絵素領域の全体に亘って配向を安定させるために、絵素電極 14 の端部まで単位格子が形成されている。つまり、図示したように、絵素電極 14 の端部は、絵素電極 14 の中央部に位置する開口部 14a の約2分の1(辺に対応する領域) および約4分の1(角に対応する領域) に相当する形状にパターンニングされており、絵素電極 14 の端部にも開口部 14a が配置されている。

10 絵素領域の中央部に位置する開口部 14a は実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。開口部 14a によって形成される単位格子内に位置する単位中実部 14b' は略円形であり、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。互いに隣接する単位中実部 14b' は互いに接続されており、実質的に単一の導電膜として機能する中実部 14b を構成している。

15 上述したような構成を有する絵素電極 14 と対向電極 22 との間に電圧を印加すると、開口部 14a のエッジ部に生成される斜め電界によって、それぞれが放射状傾斜配向を有する複数の液晶ドメインが形成される。液晶ドメインは、それぞれの開口部 14a に対応する領域と、単位格子内の単位中実部 14b' に対応する領域とに、  
20 それぞれ1つずつ形成される。

ここでは、正方形の絵素電極 14 を例示しているが、絵素電極の 14 の形状はこれに限られない。絵素電極 14 の一般的な形状は、



矩形（正方形と長方形を含む）に近似されるので、開口部 1 4 a を  
正方格子状に規則正しく配列することができる。絵素電極 1 4 が矩  
形以外の形状を有していても、絵素領域内の全ての領域に液晶ドメ  
インが形成されるように、規則正しく（例えば例示したように正方  
5 格子状に）開口部 1 4 a を配置すれば、本発明の効果を得ることが  
できる。

また、ここでは、1つの絵素領域に複数の開口部 1 4 a を有する  
構成を例示したが、1つの開口部を設けるだけで、1つの絵素領域  
に複数の液晶ドメインを形成することもできる。例えば、図 1  
10 (a) に示した破線で分割された4つの単位で構成される正方形の  
領域に注目し、これを1つの絵素電極と見なすと、この絵素電極は、  
1つの開口部 1 4 a とその周辺に配置されている4つの単位中実部  
1 4 b' で構成されているが、電圧印加時には、放射状傾斜配向を  
とる5つの液晶ドメインを形成する。

15 さらに、開口部 1 4 a を形成しなくても、1つの絵素領域に複数  
の液晶ドメインを形成することもできる。例えば、互いに隣接する  
2つの単位に注目し、これを1つの絵素電極と考えると、この絵素  
電極は、2つの単位中実部 1 4 b' で構成され、開口部 1 4 a を有  
しないが、電圧印加時には、放射状傾斜配向をとる2つの液晶ドメ  
20 インを形成する。このように、絵素電極が、少なくとも、電圧印加  
時に放射状傾斜配向をとる複数の液晶ドメインを形成するような単  
位中実部 1 4 b' を有していれば（言い換えると、そのような外形  
を有していれば）、絵素領域内の液晶分子 3 0 a の配向の連続性は

得られるので、単位中実部 1 4 b' に対応して形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向は安定する。

上述した斜め電界によって液晶ドメインが形成されるメカニズムを図 2 (a) および (b) を参照しながら説明する。図 2 (a) および (b) は、それぞれ図 1 (b) に示した液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示しており、図 2 (a) は、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じて、液晶分子 3 0 a の配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示しており、図 2 (b) は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 3 0 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 2 (a) および (b) 中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 とが同電位するとき (液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態) には、図 1 (a) に示したように、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、両基板 1 1 および 2 1 の表面に対して垂直に配向している。

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 2 (a) に示した等電位線 E Q (電気力線と直交する) で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 の中実部 1 4 b と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、中実部 1 4 b および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素電極 1 4 の開口部 1 4 a に対応する領域で落ち込み、開口部 1 4 a のエッジ部 (開口部 1 4 a の境界 (外延) を含む開口部 1 4 a の内側周辺) E G 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。

負の誘電異方性を有する液晶分子 30 a には、液晶分子 30 a の軸方位を等電位線 E Q に対して平行（電気力線に対して垂直）に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部 E G 上の液晶分子 30 a は、図 2（a）中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。

ここで、図 3 を参照しながら、液晶分子 30 a の配向の変化を詳細に説明する。

液晶層 30 に電界が生成されると、負の誘電率異方性を有する液晶分子 30 a には、その軸方位を等電位線 E Q に対して平行に配向させようとするトルクが作用する。図 3（a）に示したように、液晶分子 30 a の軸方位に対して垂直な等電位線 E Q で表される電界が発生すると、液晶分子 30 a には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互いに対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層 30 内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 30 a と、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子 30 a とが混在する。その結果、液晶層 30 に印加された電圧に応じた配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

図 2（a）に示したように、本発明による液晶表示装置 100 の開口部 14 a のエッジ部 E G において、液晶分子 30 a の軸方位に対して傾斜した等電位線 E Q で表される電界（斜め電界）が発生す

ると、図 3 (b) に示したように、液晶分子 30 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回り）に傾斜する。また、液晶分子 30 a の軸方位に対して垂直方向の等電位線 E Q で表される電界が発生する領域に位置する液晶分子 30 a は、図 3 (c) に示したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a と同じ方向に傾斜する。図 3 (d) に示したように、等電位線 E Q が連続した凹凸形状を形成する電界が印加されると、それぞれの傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a によって規制される配向方向と整合するように、平坦な等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a が配向する。なお、「等電位線 E Q 上に位置する」とは、「等電位線 E Q で表される電界内に位置する」ことを意味する。

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 2 (b) に模式的に示した配向状態となる。開口部 14 a の中央付近に位置する液晶分子 30 a は、開口部 14 a の互いに対向する両側のエッジ部 E G の液晶分子 30 a の配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線 E Q に対して垂直な配向状態を保ち、開口部 14 a の中央から離れた領域の液晶分子 30 a は、それぞれ近い方のエッジ部 E G の液晶分子 30 a の配向の影響を受けて傾斜し、開口部 14 a の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。この配向状態は、液晶表示装置 100 の表示面に垂直な方向（基板 11 および 2

1の表面に垂直な方向)からみると、液晶分子30aの軸方位が開口部14aの中心に関して放射状に配向した状態にある(不図示)。そこで、本願明細書においては、このような配向状態を「放射状傾斜配向」と呼ぶことにする。また、1つの中心に関して放射状傾斜配向をとる液晶層の領域を液晶ドメインと称する。

開口部14aによって実質的に包囲された単位中実部14b'に対応する領域においても、液晶分子30aが放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。単位中実部14b'に対応する領域の液晶分子30aは、開口部14aのエッジ部EGの液晶分子30aの配向の影響を受け、単位中実部14b'の中心SA(開口部14aが形成する単位格子の中心に対応)に関して対称な放射状傾斜配向をとる。

単位中実部14b'に形成される液晶ドメインにおける放射状傾斜配向と開口部14aに形成される放射状傾斜配向は連続しており、いずれも開口部14aのエッジ部EGの液晶分子30aの配向と整合するように配向している。開口部14aに形成された液晶ドメイン内の液晶分子30aは、上側(基板100b側)が開いたコーン状に配向し、単位中実部14b'に形成された液晶ドメイン内の液晶分子30aは下側(基板100a側)が開いたコーン状に配向する。このように、開口部14aに形成される液晶ドメインおよび単位中実部14b'に形成される液晶ドメインに形成される放射状傾斜配向は、互いに連続であるので、これらの境界にディスクリネーションライン(配向欠陥)が形成されることがなく、それによって、

ディスクリネーションラインの発生による表示品位の低下は起こらない。

液晶表示装置の表示品位の視角依存性を全方位において改善するためには、それぞれの絵素領域内において、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性を有することが好ましく、軸対称性を有することがさらに好ましい。すなわち、絵素領域の全体に亘って形成される液晶ドメインが回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置されていることが好ましい。但し、絵素領域の全体に亘って回転対称性を有する必要は必ずしも無く、回転対称性（または軸対称性）を有するように配列された液晶ドメイン（例えば、正方格子状に配列された複数の液晶ドメイン）の集合体として絵素領域の液晶層が形成されればよい。従って、絵素領域に形成される複数の開口部 14 a の配置も絵素領域の全体に亘って回転対称性を有する必要は必ずしも無く、回転対称性（または軸対称性）を有するように配列された開口部（例えば正方格子状に配列された複数の開口部）の集合体として表せればよい。勿論、複数の開口部 14 a に実質的に包囲される単位中実部 14 b' の配置も同様である。また、それぞれの液晶ドメインの形状も回転対称性さらには軸対称性を有することが好ましいので、それぞれの開口部 14 a および単位中実部 14 b' の形状も回転対称性さらには軸対称性を有することが好ましい。

なお、開口部 14 a の中央付近の液晶層 30 には十分な電圧が印加されず、開口部 14 a の中央付近の液晶層 30 が表示に寄与しな

い場合がある。すなわち、開口部 1 4 a の中央付近の液晶層 3 0 の放射状傾斜配向が多少乱れても（例えば、中心軸が開口部 1 4 a の中心からずれても）、表示品位が低下しないことがある。従って、少なくとも単位中実部 1 4 b' に対応して形成される液晶ドメインが回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置されていればよい。

図 2 (a) および (b) を参照しながら説明したように、本発明による液晶表示装置 1 0 0 の絵素電極 1 4 は複数の開口部 1 4 a を有しており、絵素領域内の液晶層 3 0 内に、傾斜した領域を有する等電位線 E Q で表される電界を形成する。電圧無印加時に垂直配向状態にある液晶層 3 0 内の負の誘電異方性を有する液晶分子 3 0 a は、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a の配向変化をトリガーとして配向方向を変化し、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口部 1 4 a および中実部 1 4 b に形成される。液晶層に印加される電圧に応じて、この液晶ドメインの液晶分子の配向が変化することによって、表示が行われる。

本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 が有する絵素電極 1 4 が有する開口部 1 4 a の形状（基板法線方向から見た形状）およびその配置について説明する。

液晶表示装置の表示特性は、液晶分子の配向状態（光学的異方性）に起因して、方位角依存性を示す。表示特性の方位角依存性を低減するためには、液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることが好ましい。また、それぞれの絵素領域内の液晶

分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることがさらに好ましい。従って、開口部 1 4 a は、それぞれの絵素領域内の液晶分子 3 0 a がすべての方位角に対して同等の確率で配向するように、液晶ドメインを形成するような形状を有していることが好ましい。具体的には、開口部 1 4 a の形状は、それぞれの中心（法線方向）を対称軸とする回転対称性（好ましくは 2 回回転軸以上の対称性）を有することが好ましく、また、複数の開口部 1 4 a が回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。また、これらの開口部によって実質的に包囲される単位中実部 1 4 b' の形状も回転対称性を有することが好ましく、単位中実部 1 4 b' も回転対称性を有するように配置されることが好ましい。

但し、開口部 1 4 a や単位中実部 1 4 b' が絵素領域全体に亘って回転対称性を有するように配置される必要は必ずしも無く、図 1 (a) に示したように、例えば正方格子（4 回回転軸を有する対称性）を最小単位とし、それらの組合せによって絵素領域が構成されれば、絵素領域全体に亘って液晶分子をすべての方位角に対して実質的に同等の確率で配向させることができる。

図 1 (a) に示した、回転対称性を有する略星形の開口部 1 4 a および略円形の単位中実部 1 4 b が正方格子状に配列された場合の液晶分子 3 0 a の配向状態を図 4 (a) ~ 図 4 (c) を参照しながら説明する。

図 4 (a) ~ (c) は、それぞれ、基板法線方向から見た液晶分子 3 0 a の配向状態を模式的に示している。図 4 (b) および



(c) など、基板法線方向から見た液晶分子 30 a の配向状態を示す図において、楕円状に描かれた液晶分子 30 a の先が黒く示されている端は、その端が他端よりも、開口部 14 a を有する絵素電極 14 が設けられている基板側に近いように、液晶分子 30 a が傾斜していることを示している。以下の図面においても同様である。ここでは、図 1 (a) に示した絵素領域の内の 1 つの単位格子 (4 つの開口部 14 a によって形成される) について説明する。図 4 (a) ~ 図 4 (c) 中の対角線に沿った断面は、図 1 (b)、図 2 (a) および (b) にそれぞれ対応し、これらの図を合わせて参照しながら説明する。

絵素電極 14 および対向電極 22 が同電位するとき、すなわち液晶層 30 に電圧が印加されていない状態においては、TF T 基板 100 a および対向基板 100 b の液晶層 30 側表面に設けられた垂直配向層 (不図示) によって配向方向が規制されている液晶分子 30 a は、図 4 (a) に示したように、垂直配向状態を取る。

液晶層 30 に電界を印加し、図 2 (a) に示した等電位線 E Q で表される電界が発生すると、負の誘電率異方性を有する液晶分子 30 a には、軸方位が等電位線 E Q に平行になるなトルクが発生する。図 3 (a) および (b) を参照しながら説明したように、液晶分子 30 a の分子軸に対して垂直な等電位線 E Q で表される電場下の液晶分子 30 a は、液晶分子 30 a が傾斜 (回転) する方向が一義的に定まっていないため (図 3 (a))、配向の変化 (傾斜または回転) が容易に起こらないのに対し、液晶分子 30 a の分子軸に対し

て傾斜した等電位線 E Q 下に置かれた液晶分子 3 0 a は、傾斜（回転）方向が一義的に決まるので、配向の変化が容易に起こる。従って、図 4（b）に示したように、等電位線 E Q に対して液晶分子 3 0 a の分子軸が傾いている開口部 1 4 a のエッジ部から液晶分子 3 0 a が傾斜し始める。そして、図 3（c）を参照しながら説明したように、開口部 1 4 a のエッジ部の傾斜した液晶分子 3 0 a の配向と整合性をとるように周囲の液晶分子 3 0 a も傾斜し、図 4（c）に示したような状態で液晶分子 3 0 a の軸方位は安定する（放射状傾斜配向）。

10        このように、開口部 1 4 a が回転対称性を有する形状であると、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、電圧印加時に、開口部 1 4 a のエッジ部から開口部 1 4 a の中心に向かって液晶分子 3 0 a が傾斜するので、エッジ部からの液晶分子 3 0 a の配向規制力が釣り合う開口部 1 4 a の中心付近の液晶分子 3 0 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 3 0 a が開口部 1 4 a の中心付近の液晶分子 3 0 a を中心に放射状に液晶分子 3 0 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

20        また、正方格子状に配列された 4 つの略星形の開口部 1 4 a に包囲された略円形の単位中実部 1 4 b' に対応する領域の液晶分子 3 0 a も、開口部 1 4 a のエッジ部に生成される斜め電界で傾斜した液晶分子 3 0 a の配向と整合するように傾斜する。エッジ部からの液晶分子 3 0 a の配向規制力が釣り合う単位中実部 1 4 b' の中心付近の液晶分子 3 0 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持

し、その回りの液晶分子 30 a が単位中実部 14 b' の中心付近の液晶分子 30 a を中心に放射状に液晶分子 30 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

このように、絵素領域全体に亘って、液晶分子 30 a が放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが正方格子状に配列されると、それぞれの軸方位の液晶分子 30 a の存在確率が回転対称性を有することになり、あらゆる視角方向に対して、ざらつきのない高品位の表示を実現することができる。放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、液晶ドメインが高い回転対称性（2 回回転軸以上が好ましく、4 回回転軸以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。また、絵素領域全体の視角依存性を低減するためには、絵素領域に形成される複数の液晶ドメインが、高い回転対称性（2 回回転軸以上が好ましく、4 回回転軸以上がさらに好ましい。）を有する単位（例えば単位格子）の組合せで表される配列（例えば正方格子）を構成することが好ましい。

なお、液晶分子 30 a の放射状傾斜配向は、図 5（a）に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、図 5（b）および（c）に示したような、左回りまたは右回りの渦巻き状の放射状傾斜配向の方が安定である。この渦巻き状配向は、通常のツイスト配向のように液晶層 30 の厚さ方向に沿って液晶分子 30 a の配向方向が螺旋状に変化するのではなく、液晶分子 30 a の配向方向は微小領域で見ると、液晶層 30 の厚さ方向に沿ってほとんど変化していない。すなわち、液晶層 30 の厚さ方向のどこの位置の断面（層面に平行な

面内での断面)においても、図5(b)または(c)と同じ配向状態にあり、液晶層30の厚さ方向に沿ったツイスト変形をほとんど生じていない。但し、液晶ドメインの全体でみると、ある程度のツイスト変形が発生している。

- 5 負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料にカイラル剤を添加した材料を用いると、電圧印加時に、液晶分子30aは、開口部14aおよび単位中実部14b'を中心に、図5(b)および(c)に示した、左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる。右回りか左回りかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。従って、電圧印加時に開口部14a内の液晶層30を渦巻き状放射状傾斜配向させることによって、放射状傾斜している液晶分子30aの、基板面に垂直に立っている液晶分子30aの周りを巻いている方向を全ての液晶ドメイン内で一定にすることができるので、ざらつきの無い均一な表示が可能になる。さらに、基板面に垂直に立っている液晶分子30aの周りを巻いている方向が定まっているので、液晶層30に電圧を印加した際の応答速度も向上する。

- 20 カイラル剤を添加すると、更に、通常のツイスト配向のように、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化するようになる。液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化しない配向状態では、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子30aは、入射光に対して位相差を与えないため、このような配向状態の領域を通過する入射光は透過率に寄与しない。これに対し、液晶層30の厚さ

方向に沿って液晶分子 30 a の配向が螺旋状に変化する配向状態においては、偏光板の偏光軸に垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 30 a も、入射光に対して位相差を与えるとともに、光の旋光性を利用することもできる。従って、このような配向状態の領域を通過する入射光も透過率に寄与するので、明るい表示が可能な液晶表示装置を得ることができる。

図 1 (a) では、開口部 14 a が略星形を有し、単位中実部 14 b' が略円形を有し、これらが正方格子状に配列された例を示したが、開口部 14 a および単位中実部 14 b' の形状ならびにこれらの配置は、上記の例に限られない。

図 6 (a) および (b) に、異なる形状の開口部 14 a および単位中実部 14 b' を有する絵素電極 14 A および 14 B の上面図をそれぞれ示す。

図 6 (a) および (b) にそれぞれ示した絵素電極 14 A および 14 B の開口部 14 a および単位中実部 14 b' は、図 1 (a) に示した絵素電極の開口部 14 a および単位中実部 14 b' が若干ひずんだ形を有している。絵素電極 14 A および 14 B の開口部 14 a および単位中実部 14 b' は、2 回回転軸を有し (4 回回転軸は有しない)、長方形の単位格子を形成するように規則的に配列されている。開口部 14 a は、いずれも歪んだ星形を有し、単位中実部 14 b' は、いずれも略楕円形 (歪んだ円形) を有している。絵素電極 14 A および 14 B を用いても、表示品位が高い、視角特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。

さらに、図 7 (a) および (b) にそれぞれ示すような絵素電極 1 4 C および 1 4 D を用いることもできる。

絵素電極 1 4 C および 1 4 D は、単位中実部 1 4 b' が略正方形となるように、略十字の開口部 1 4 a が正方格子状に配置されている。勿論、これらを歪ませて、長方形の単位格子を形成するように配置してもよい。このように、略矩形（矩形は正方形と長方形を含むとする。）の単位中実部 1 4 b' を規則正しく配列しても、表示品位が高い、視角特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。

ただし、放射状傾斜配向を安定化させる観点からは、開口部 1 4 a および／または単位中実部 1 4 b' の形状は、略矩形よりも略円形または略楕円形の方が好ましい。放射状傾斜配向を安定化できるので好ましい。開口部 1 4 a および／または単位中実部 1 4 b' の形状が略円形や略楕円形であると、開口部 1 4 a の辺（単位中実部 1 4 B' の辺）が連続的に（滑らかに）変化するので、液晶分子 3 0 a の配向方向も連続的に（滑らかに）変化するからである。

一方、明るい表示を実現する観点からは、単位中実部 1 4 b' の形状は、略矩形に近い方が好ましい。単位中実部 1 4 b' の形状が略矩形であると、絵素領域内の中実部 1 4 b の面積比率を高くすることができ、電極によって生成される電界の影響を直接的に受ける液晶層の面積を大きくできるので、実効開口率を向上できるからである。

上述した液晶分子 3 0 a の配向方向の連続性の観点から、図 8 (a) および (b) に示す絵素電極 1 4 E および 1 4 F も考えられ

る。図 8 (a) に示した絵素電極 1 4 E は、図 1 (a) に示した絵素電極 1 4 の変形例で、4 つの円弧だけからなる開口部 1 4 a を有している。また、図 8 (b) に示した絵素電極 1 4 F は、図 7 (b) に示した絵素電極 1 4 D の変形例で、開口部 1 4 a の単位中実部 1 4 b' 側が円弧で形成されている。絵素電極 1 4 E および 1 4 F が有する開口部 1 4 a ならびに単位中実部 1 4 b' は、いずれも 4 回回転軸を有しており、且つ、正方格子状 (4 回回転軸を有する) に配列されているが、図 6 (a) および (b) に示したように、開口部 1 4 a の単位中実部 1 4 b' の形状を歪ませて 2 回回転軸を有する形状とし、長方形の格子 (2 回回転軸を有する) を形成するように配置してもよい。

上述の例では、略星形や略十字形の開口部 1 4 a を形成し、単位中実部 1 4 b' の形状を略円形、略楕円形、略正方形 (矩形) および角の取れた略矩形とした構成を説明した。これに対して、開口部 1 4 a と単位中実部 1 4 b' との関係をネガーポジ反転させてもよい。例えば、図 1 (a) に示した絵素電極 1 4 の開口部 1 4 a と単位中実部 1 4 b とをネガーポジ反転したパターンを有する絵素電極 1 4 G を図 9 に示す。このように、ネガーポジ反転したパターンを有する絵素電極 1 4 G も図 1 に示した絵素電極 1 4 と実質的に同様の機能を有する。なお、図 10 (a) および (b) にそれぞれ示す絵素電極 1 4 H および 1 4 I のように、開口部 1 4 a および単位中実部 1 4 b' がともに略正方形の場合には、ネガーポジ反転しても、もとのパターンと同じパターンとなるものもある。

図 9 に示したパターンのように、図 1 (a) に示したパターンを  
ネガーポジ反転させた場合にも、絵素電極 1 4 のエッジ部に、回転  
対称性を有する単位中実部 1 4 b' が形成されるように、開口部 1  
4 a の一部（約 2 分の 1 または約 4 分の 1）を形成することが好ま  
5 しい。このようなパターンとすることによって、絵素領域のエッジ  
部においても、絵素領域の中央部と同様に、斜め電界による効果が  
得られ、絵素領域の全体に亘って安定した放射状傾斜配向を実現す  
ることができる。

次に、図 1 (a) の絵素電極 1 4 と、絵素電極 1 4 の開口部 1 4  
10 a と単位中実部 1 4 b' のパターンをネガーポジ反転させたパター  
ンを有する図 9 に示した絵素電極 1 4 G を例に、ネガーポジパター  
ンのいずれを採用すべきかを説明する。

ネガーポジいずれのパターンを採用しても、開口部 1 4 a の辺の  
長さはどちらのパターンも同じである。従って、斜め電界を生成す  
15 るという機能においては、これらのパターンによる差はない。しか  
しながら、単位中実部 1 4 b' の面積比率（絵素電極 1 4 の全面積  
に対する比率）は、両者の間で異なり得る。すなわち、液晶層の液  
晶分子に採用する電界を生成する中実部 1 4 b（実際に導電膜が存  
在する部分）の面積が異なり得る。

20 開口部 1 4 a に形成される液晶ドメインに印加される電圧は、中  
実部 1 4 b に形成される液晶ドメインに印加される電圧よりも低く  
なるので、例えば、ノーマリブラックモードの表示を行うと、開口  
部 1 4 a に形成された液晶ドメインは暗くなる。すなわち、開口部



1 4 a の面積比率が高くなると表示輝度が低下する傾向になる。従って、中実部 1 4 b の面積比率が高い方が好ましい。

図 1 (a) のパターンと図 9 のパターンとのいずれにおいて中実部 1 4 b の面積比率が高くなるかは、単位格子のピッチ（大きさ）  
5 に依存する。

図 1 1 (a) は、図 1 (a) に示したパターンの単位格子を示し、  
図 1 1 (b) は、図 9 に示したパターンの単位格子（但し、開口部  
1 4 a を中心とする。）を示している。なお、図 1 1 (b) において  
10 には、図 9 における単位中実部 1 4 b' の相互に接続する役割を果たしている部分（円形部から四方に延びる枝部）を省略している。  
正方単位格子の一辺の長さ（ピッチ）を  $p$  とし、開口部 1 4 a または単位中実部 1 4 b' と単位格子との間隙の長さ（片側のスペース）を  $s$  とする。

ピッチ  $p$  および片側スペース  $s$  の値が異なる種々の絵素電極 1 4  
15 を形成し、放射状傾斜配向の安定性などを検討した。その結果、まず、図 1 1 (a) に示したパターン（以下、「ポジ型パターン」と称する。）を有する絵素電極 1 4 を用いて、放射状傾斜配向を得るために必要な斜め電界を生成するためには、片側スペース  $s$  が約 2.75  $\mu\text{m}$  以上必要であることを見出した。一方、図 1 1 (b) に示したパターン（以下、「ネガ型パターン」と称する。）を有する絵  
20 素電極 1 4 について、放射状傾斜配向を得るための斜め電界を生成するために、片側スペース  $s$  が約 2.25  $\mu\text{m}$  以上必要であることを見出した。片側スペース  $s$  をそれぞれこの下限値として、ピッチ

p の値を変化させたときの中実部 1 4 b の面積比率を検討した。結果を表 1 および図 1 1 (c) に示す。

表 1

	ピッチ p ( $\mu\text{m}$ )	中実部面積比率 (%)	
		ポジ型 (a)	ネガ型 (b)
5	2 0	4 1 . 3	5 2 . 9
	2 5	4 7 . 8	4 7 . 2
	3 0	5 2 . 4	4 3 . 3
	3 5	5 5 . 8	4 0 . 4
10	4 0	5 8 . 4	3 8 . 2
	4 5	6 0 . 5	3 6 . 4
	5 0	6 2 . 2	3 5 . 0

表 1 および図 1 1 (c) から分かるように、ピッチ p が約 2 5  $\mu\text{m}$  以上の上のときにはポジ型 (図 1 1 (a)) パターンの方が中実部 1 4 b の面積比率が高くなり、約 2 5  $\mu\text{m}$  よりも短くなるとネガ型 (図 1 1 (b)) の方が中実部 1 4 b の面積比率が大きくなる。従って、表示輝度および配向の安定性の観点から、ピッチ p が約 2 5  $\mu\text{m}$  を境にして、採用すべきパターンが変わる。例えば、幅 7 5  $\mu\text{m}$  の絵素電極 1 4 の幅方向に、3 個以下の単位格子を設ける場合には、図 1 1 (a) に示したポジ型パターンが好ましく、4 個以上の単位格子を設ける場合には、図 1 1 (b) に示したネガ型パターンが好ましい。例示したパターン以外の場合においても、中実部 1 4

bの面積比率が大きくなるように、ポジ型またはネガ型の何れかを選択すればよい。

単位格子の数は、以下のようにして求められる。絵素電極14の幅（横または縦）に対して、1つまたは2以上の整数個の単位格子が配置されるように、単位格子のサイズを計算し、それぞれの単位格子サイズについて中実部面積比率を計算し、中実部面積比率が最大となる単位格子サイズを選ぶ。但し、ポジ型パターンの場合には単位中実部14b'の直径が15 $\mu$ m未満、ネガ型パターンの場合には開口部14aの直径が15 $\mu$ m未満になると、斜め電界による配向規制力が低下し、安定した放射状傾斜配向が得られ難くなる。なお、これら直径の下限値は、液晶層30の厚さが約3 $\mu$ mの場合であり、液晶層30の厚さがこれよりも薄いと、単位中実部14b'および開口部14aの直径は、上記の下限値よりもさらに小さくとも安定な放射状傾斜配向が得られ、液晶層30の厚さがこれよりも厚い場合に安定な放射状傾斜配向を得るために必要な、単位中実部14b'および開口部14aの直径の下限値は、上記の下限値よりも大きくなる。

なお、後述するように、開口部14aの内側に凸部を形成したり、対向基板100b上に凸部を形成したりすることによって、放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。上述の条件は、いずれも、凸部を形成していない場合についてである。

次に、図12(a)および(b)を参照しながら、本発明による液晶表示装置100の構成をさらに詳しく説明する。なお、図12

(a) では、開口部を有さず、3つの単位中実部 1 4 b' を有するようにその外形が規定された絵素電極 1 4 を示している。

図 1 2 (a) および (b) に示すように、T F T 基板 1 0 0 a は、絵素領域ごとに設けられた絵素電極 1 4 と、絵素電極 1 4 に電氣的に接続された薄膜トランジスタ（ここでは不図示）と、薄膜トランジスタに電氣的に接続された走査配線 2 および信号配線 4 とを有している。T F T 基板 1 0 0 a は、さらに、補助容量配線 6 と、この補助容量配線 6 に対向し、薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続された補助容量電極 8 とを有している。

補助容量配線 6 と補助容量電極 8 との間には、図 1 2 (b) に示すように、第 1 の絶縁層（第 1 の層間絶縁膜） 3 が設けられている。また、上述した配線や薄膜トランジスタを覆うように第 2 の絶縁層（第 2 の層間絶縁膜） 7 が設けられており、絵素電極 1 4 はこの第 2 の絶縁層 7 上に形成されている。

絵素電極 1 4 および対向電極 2 2 と液晶層 3 0 とによって「液晶容量」が構成されるのに対して、補助容量配線 6 および補助容量電極 8 と第 1 の絶縁層 3 とによって「補助容量」（「蓄積容量」とも呼ぶ。）が構成される。つまり、液晶表示装置 1 0 0 は、図 1 3 に等価回路を示すように、複数の薄膜トランジスタ 5 0 のそれぞれに電氣的に接続された絵素容量 4 0 を有し、この絵素容量 4 0 が液晶容量 4 2 と、液晶容量 4 2 に電氣的に並列に接続された補助容量 4 4 とを有している。絵素容量 4 0 を液晶容量 4 2 だけで構成すると、液晶容量 4 2 の漏れ電流によって電圧が低下するので、これを抑

制・防止するために補助容量 4 4 が設けられている。

補助容量 4 4 を構成する補助容量配線 6 や補助容量電極 8 は、典型的には、遮光性を有する材料から形成される。本実施形態では、補助容量配線 6 は、薄膜トランジスタ 5 0 のゲート電極 G および走査配線 2 と同じ金属層（例えば A 1、T a、W、I T O の単体やこれらの化合物からなる単層または積層）をパターニングすることによって形成される。また、補助容量電極 8 は、薄膜トランジスタ 5 0 のソース電極 S、ドレイン電極 D および信号配線 4 と同じ金属層（例えば A 1、T a、W、I T O の単体やこれらの化合物からなる単層または積層）をパターニングすることによって形成される。

第 1 の絶縁層 3 は、典型的には、薄膜トランジスタ 5 0 のゲート電極 G や走査配線 2 を覆うように T F T 基板 1 0 0 a のほぼ全面に形成されたゲート絶縁膜（例えば S i N 層、S i O<sub>2</sub> 層）の一部である。また、第 2 の絶縁層 7 は、本実施形態では、薄膜トランジスタ 5 0 のソース電極 S、ドレイン電極 G、信号配線 4 および補助容量電極 8 を覆うように樹脂材料から形成された膜（例えば厚さ 2 . 5  $\mu$  m ~ 3 . 2  $\mu$  m の樹脂膜）である。

図 1 2 ( a ) および ( b ) に示すように、補助容量配線 6、補助容量電極 8 および第 1 の絶縁層 3 は、いずれもその大部分が 2 つの単位中実部 1 4 b' 間に位置するように設けられている。すなわち、本発明による液晶表示装置 1 0 0 では、補助容量 4 4 の大部分が、絵素領域のうちの中実部 1 4 b の設けられていない領域（T F T 基板 1 0 0 a 上で絵素電極 1 4 の導電膜が形成されていない領域）に

位置している。従って、典型的には遮光性の部材を含んで構成される補助容量 4 4 に起因した実効開口率（透過率）の低下を抑制し、表示に寄与する中実部 1 4 b の面積を大きくすることができる。そのため、明るい表示が実現される。

- 5        上述した構成によって実効開口率が向上するという効果は、放射状傾斜配向を実現するための電極構造を備えた液晶表示装置に特異的に得られる効果である。放射状傾斜配向を実現する電極構造では、図 1 ～図 1 1 を参照しながら説明したように、絵素電極 1 4 に開口部 1 4 a を形成したり、絵素電極 1 4 が複数の単位中実部 1 4 b ' 10        を有するようにその外形を規定したりし、絵素領域内に絵素電極 1 4 の中実部 1 4 b （導電膜）が存在しない領域を積極的に形成するからである。これに対し、一般的な液晶表示装置（例えば T N 型の液晶表示装置）では、絵素電極は絵素領域とほぼ同じ形状（典型的には略矩形状）であり、補助容量の位置を絵素領域内で変化させて 15        も開口率を向上する効果は得られない。むしろ、このような液晶表示装置では、補助容量配線を絶縁膜を介して絵素電極の一部と重ねることによって補助容量を構成する。

- また、本実施形態では、T F T 基板 1 0 0 a が薄膜トランジスタ 5 0 や補助容量電極 8 を覆う第 2 の絶縁層 7 を有し、絵素電極 1 4 20        がこの第 2 の絶縁層 7 上に形成されている構成を採用しているので、薄膜トランジスタ 5 0 や走査配線 2、信号配線 4 などに部分的に重なるように絵素電極 1 4 を設けることができ、いっそうの開口率の向上を図ることができる。

なお、放射状傾斜配向を得るのに十分な強さの斜め電界を生成するためには、第2の絶縁層7を厚膜とすることが好ましい。補助容量44を構成する補助容量電極8は、薄膜トランジスタ50のドレイン電極Gに電氣的に接続されており、絵素電極14の中実部14bと実質的に同じ電位となる。そのため、中実部14bの設けられていない領域に補助容量電極8の一部が位置していると、電圧印加時に生成される等電位線EQが中実部14bの設けられていない領域で十分に落ち込まず、単位中実部14b'の周辺に十分な強さの斜め電界が生成されないことがある。

第2の絶縁層7を厚膜とすると、第2の絶縁層7による電圧降下を十分大きくし、中実部14bの設けられていない領域で等電位線EQを十分に落ち込ませることができるので、単位中実部14b'の周辺に十分な強さの斜め電界を生成することができる。また、第2の絶縁層7を厚膜とすることによって、第2の絶縁層7の液晶層3側の表面を実質的に平坦とすることができるので、その上に形成される絵素電極14の中実部14bに段差が発生することを防止できる。

これに対して、図14(a)に示すように、第2の絶縁層7が薄膜（例えば無機材料からなる薄膜）であると、中実部14bの周辺に十分な強さの斜め電界が生成されないことがある。また、この場合には、第2の絶縁層7の液晶層30側の表面に、補助容量44の厚みを反映した段差が発生し、絵素電極14の中実部14bにも段差が発生してしまうことがある。なお、図14(b)に示すように、

補助容量 4 4 と中実部 1 4 b とが実質的に重ならない程度に単位中実部 1 4 b' の間隔を広くすることによっても、十分な強さの斜め電界を形成することができるが、このような構成とすると、結局中実部 1 4 b の面積比率が低下してしまうので、実効開口率を向上する  
5 という効果が十分には得られない。

十分に安定な放射状傾斜配向を得るためには、第 2 の絶縁層 7 の厚さは、具体的には、 $1\text{ }\mu\text{m}$  以上であることが好ましく、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$  以上であることがさらに好ましい。また、第 2 の絶縁層 7 を樹脂材料（例えばアクリル樹脂などの感光性を有する透明樹脂材料）か  
10 ら形成すると、第 2 の絶縁層 7 の厚膜化が容易となる。

なお、図 1 2 (a) および (b) には、補助容量 4 4 の大部分が、中実部 1 4 b の設けられていない領域内に位置している場合を例示したが、本発明はこれに限定されず、補助容量 4 4 の少なくとも一部が中実部 1 4 b の設けられていない領域内に位置することによ  
15 て開口率を向上する効果が得られる。ただし、開口率の十分な向上を図る観点からは、補助容量 4 4 のできるだけ多くの部分が中実部 1 4 b の設けられていない領域内に位置していることが好ましい。具体的には、中実部 1 4 b の設けられていない領域内に補助容量 4 4 の  $1/4$  以上が位置していることが好ましく、 $1/2$  以上が位置  
20 していることがより好ましく、ほぼ全ての部分が位置していることがさらに好ましい。

補助容量 4 4 に要求される容量値は、液晶表示装置の仕様によって異なるので、中実部 1 4 b の設けられていない領域に補助容量 4



4のすべての部分を位置させることが設計上難しいこともある。その場合には、補助容量44を必要に応じて適宜中実部14bと重ねてもよい。所望の容量値を得るために、単純に補助容量配線6や補助容量電極8の幅を広くしてもよいが、補助容量配線6や補助容量電極8に分岐構造を形成することによって、絵素領域内での補助容量44の配置に関して自由度の高い設計が可能になり、十分な容量値を確保しつつ、十分な実効開口率を得ることができる。

図15(a)および(b)に、補助容量配線6および補助容量電極8に分岐構造が形成された液晶表示装置200を模式的に示す。

図15(a)および(b)に示すように、補助容量配線6は、走査配線2に略平行に延びる配線幹部6aと、配線幹部6aから延設された配線枝部6bとを有している。また、補助容量電極8は、配線幹部6aに第1の絶縁層を介して対向する電極幹部8aと、電極幹部8aから延設された電極枝部8bとを有している。

ストライプ状の配線幹部6aおよび短冊状の電極幹部8aは、第1の絶縁層3を介して互いに対向し、補助容量44の一部を構成している。また、配線枝部6bおよび電極枝部8bも、第1の絶縁層3を介して互いに対向して補助容量44の一部を構成している。本実施形態では、配線枝部6bおよび電極枝部8bは、単位中実部14b'の中央付近に重なるように延設されている。

典型的には、電極枝部8b上の第2の絶縁層7にコンタクトホールが形成され、絵素電極14と電極枝部8bとがこのコンタクトホール内で接続されている。つまり、絵素電極14は、電極枝部8b

(補助容量電極 8) を介して薄膜トランジスタのドレイン電極と電氣的に接続されている。

5 液晶表示装置 200 においては、図 15 (a) および (b) に示すように、補助容量 44 の一部、より具体的には、配線幹部 6 a および電極幹部 8 a とこれらの間に位置する第 1 の絶縁層 3 とによって構成される容量の大部分が中実部 14 b の設けられていない領域に位置している。そのため、液晶表示装置 100 と同様に開口率を向上する効果が得られる。

10 また、液晶表示装置 200 では、補助容量電極 8 に分岐構造を形成することによって絵素電極 14 の中実部 14 b にコンタクト部を形成するとともに、補助容量配線 6 にも分岐構造を形成することによって中実部 14 b に重なる容量 (配線枝部 6 b および電極枝部 8 b とこれらの間の第 1 の絶縁層 3 とによって構成される) を形成している。このように、必要に応じて中実部 14 b に重なる容量を形成してもよい。

15 続いて、図 16 を参照しながら、本発明によるさらに他の液晶表示装置 300 を説明する。なお、液晶表示装置 300 は、絵素電極 14 が複数の開口部 14 a を有している点で、液晶表示装置 100 および 200 と異なっているが、放射状傾斜配向のための配向規制力を発現する点において異なるところはない。

20 液晶表示装置 300 の補助容量配線 6 は、図 16 に示すように、2 つの配線幹部 6 a を有している。補助容量配線 6 は、配線幹部 6 a から延設され、配線幹部 6 a 同士を接続する配線枝部 6 b をさら

に有し、補助容量配線 6 の全体形状ははしご状である。

また、液晶表示装置 3 0 0 の補助容量電極 8 は、図 1 6 に示すように、それぞれが配線幹部 6 a に対向する 2 つの電極幹部 8 a を有している。補助容量電極 8 は、電極幹部 8 a から延設され、電極幹部 8 a 同士を接続する電極枝部 8 b をさらに有し、補助容量電極 8 の全体形状は、エの字状（H 字状）である。

液晶表示装置 3 0 0 においても、補助容量の一部が中実部 1 4 b の設けられていない領域内に位置しており、補助容量配線 6 および補助容量電極 8 がそれぞれ配線枝部 6 b および電極枝部 8 b を有しているため、液晶表示装置 1 0 0 や液晶表示装置 2 0 0 と同様の効果が得られる。

さらに、補助容量配線 6 が複数の配線幹部 6 a を有し、補助容量電極 8 が複数の電極幹部 8 a を有しているため、配線幹部 6 a のそれぞれの幅および電極幹部 8 a のそれぞれの幅を狭くすることができ、そのため、配線幹部 6 a と電極幹部 8 a と（さらにはこれらの間に位置する第 1 の絶縁層と）によって構成される補助容量の大部分を中実部 1 4 b の設けられていない領域内に位置させることが可能になる。このように、補助容量配線 6 に複数の配線幹部 6 a を形成し、補助容量電極 8 に複数の電極幹部 8 a を形成することによって、より設計の自由度を高くし、補助容量 4 4 のより多くの部分を中実部 1 4 b の設けられていない領域内に位置させることが可能となるため、より高開口率の設計を実現できる。

次に、図 1 7 (a) ~ (d) を参照しながら、対向基板上に設け

られる配向規制構造を説明する。図 17 (a) ~ (d) は、配向規制構造 28 を有する対向基板 400b を模式的に示す図である。図 17 (a) ~ (d) に示した配向規制構造 28 は、少なくとも絵素電極 14 と対向電極 22 との間に電圧が印加された状態において液晶層 30 の液晶分子に対して配向規制力を発現し、液晶層 30 の液晶分子 30a を放射状傾斜配向させるように作用する。配向規制構造 28 による配向規制方向は、単位中実部 14b' の周辺に生成される斜め電界による配向規制方向と整合する。

図 17 (a) に示した配向規制構造 28 は、対向電極 22 の開口部 22a によって構成されている。なお、対向基板 300b の液晶層 30 側の表面には垂直配向膜（不図示）が設けられている。

この配向規制構造 28 は、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する。配向規制構造 28 は、絵素電極 14 の中実部 14b によって形成される液晶ドメイン内の液晶分子に対して配向規制力を作用すればよいので、開口部 22a の大きさは、絵素電極 14 に設けられる開口部 14a よりも小さく、また、単位中実部 14b'（例えば図 1 (a) 参照）よりも小さい。例えば、開口部 14a や単位中実部 14b' の面積の半分以下で十分な効果を得ることができる。対向電極 22 の開口部 22a を絵素電極 14 の単位中実部 14b' の中央部に対向する位置に設けることによって、液晶分子の配向の連続性が高くなり、且つ、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができる。

このように、配向規制構造として、電圧印加時にのみ配向規制力

を発現する構造を採用すると、電圧無印加状態において液晶層 30 のほとんど全ての液晶分子 30 a が垂直配向状態をとるので、ノーマリブラックモードを採用した場合に、黒表示状態において光漏れがほとんど発生せず、良好なコントラスト比の表示を実現できる。

5        但し、電圧無印加状態に配向規制力が発生しないので放射状傾斜配向が形成されず、また、印加電圧が低いときには配向規制力が小さいので、あまりに大きな応力が液晶パネルに印加されると、残像が視認されることがある。

10        図 17 (b) ~ (d) に示した配向規制構造 28 は、電圧の印加無印加に関わらず、配向規制力を発現するので、全ての表示階調において安定した放射状傾斜配向が得られ、応力に対する耐性にも優れている。

15        まず、図 17 (b) に示した配向規制構造 28 は、対向電極 22 上に液晶層 30 側に突き出た凸部 22 b を有する。凸部 22 b を形成する材料に特に制限はないが、樹脂などの誘電体材料を用いて容易に形成することができる。なお、対向基板 400 b の液晶層 30 側の表面には垂直配向膜（不図示）が設けられている。凸部 22 b は、その表面（垂直配向性を有する）の形状効果によって、液晶分子 30 a を放射状に傾斜配向させる。図 15 (a) や図 16 に示した凸部 22 b も同様の機能を有する。また、熱によって変形する樹脂材料を用いると、パターニングの後の熱処理によって、図 17  
20        (b) に示したような、なだらかな丘上の断面形状を有する凸部 22 b を容易に形成できるので好ましい。図示したように、頂点を有

するなだらかな断面形状（例えば球の一部）を有する凸部 2 2 b や円錐状の形状を有する凸部は、放射状傾斜配向の中心位置を固定する効果に優れている。

図 1 7 (c) に示した配向規制構造 2 8 は、対向電極 2 2 の下  
5 (基板 2 1 側) に形成された誘電体層 2 3 に設けられた開口部（凹部でもよい） 2 3 a 内の液晶層 3 0 側の水平配向性表面によって構成されている。ここでは、対向基板 4 0 0 b の液晶層 3 0 側に形成される垂直配向膜 2 4 を、開口部 2 3 a 内にだけ形成しないことで、開口部 2 3 a 内の表面を水平配向性表面としている。これに代えて、  
10 図 1 7 (d) に示したように、開口部 2 3 a 内にだけ、水平配向膜 2 5 を形成してもよい。

図 1 7 (d) に示した水平配向膜は、例えば、一旦対向基板 2 0 0 b の全面に垂直配向膜 2 4 を形成し、開口部 2 3 a 内に存在する垂直配向膜 2 4 に選択的に紫外線を照射するなどして、垂直配向性を低下させることによって形成してもよい。配向規制構造 2 8 を構成するために必要な水平配向性は、TN 型液晶表示装置に用いられている配向膜のようにプレチルト角が小さい必要はなく、例えば、プレチルト角が 4 5 ° 以下であればよい。

図 1 7 (c) および (d) に示したように、開口部 2 3 a 内の水平配向性表面上では、液晶分子 3 0 a が基板面に対して水平に配向しようとするので、周囲の垂直配向膜 2 4 上の垂直配向している液晶分子 3 0 a の配向と連続性を保つような配向が形成され、図示したような放射状傾斜配向が得られる。

対向電極 2 2 の表面に凹部（誘電体層 2 3 の開口部によって形成される）を設けずに、対向電極 2 2 の平坦な表面上に、水平配向性表面（電極の表面または水平配向膜など）を選択的に設けるだけでも放射状傾斜配向が得られるが、凹部の形状効果によって、放射状傾斜配向をさらに安定化することができる。

対向基板 4 0 0 b の液晶層 3 0 側の表面に凹部を形成するために、例えば、誘電体層 2 3 として、カラーフィルタ層やカラーフィルタ層のオーバーコート層を用いると、プロセスが増加することが無いので好ましい。また、図 1 7（c）および（d）に示した構造は、図 1 7（a）に示した構造のように、凸部 2 2 b を介して液晶層 3 0 に電圧が印加される領域が存在しないので、光の利用効率の低下が少ない。

上述した配向規制構造 2 8 を備える液晶表示装置 4 0 0 の断面構成を図 1 8（a）に示す。なお、図 1 8（a）では、T F T 基板 1 0 0 a の補助容量を省略して示している。

液晶表示装置 4 0 0 は、中実部 1 4 b を含む絵素電極 1 4 を有する T F T 基板 1 0 0 a と、配向規制構造 2 8 を有する対向基板 4 0 0 b とを有している。ここでは、配向規制構造 2 8 として、電圧無印加時にも配向規制力を発現するもの（図 1 7（b）～（d））を例示するが、図 1 7（a）に示したものをを用いることもできる。また、図 1 8（a）に示す T F T 基板 1 0 0 a は、図 1 5 に示す T F T 基板 2 0 0 a であってもよい。

対向基板 4 0 0 b に設けられている配向規制構造 2 8 は、絵素電

極 1 4 の単位中実部 1 4 b' に対応する領域、より具体的には単位中実部 1 4 b' の中央付近に対応する配置されている。このように配置することによって、液晶層 3 0 に電圧を印加した状態、すなわち、絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に電圧を印加した状態において、中実部 1 4 b の周辺に生成される斜め電界による配向規制方向と、配向規制構造 2 8 が発現する配向規制力による配向規制方向とが整合し、放射状傾斜配向が安定化する。この様子を図 1 8 (a) ~ (c) に模式的に示している。図 1 8 (a) は電圧無印加時を示し、図 1 8 (b) は電圧印加後に配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、図 1 8 (c) は電圧印加中の定常状態を模式的に示している。

配向規制構造 (図 1 7 (b) ~ (d)) による配向規制力は、図 1 8 (a) に示したように、電圧無印加状態においても、近傍の液晶分子 3 0 a に作用し、放射状傾斜配向を形成する。

電圧を印加し始めると、図 1 8 (b) に示したような等電位線 E Q で示される電界が発生し (中実部 1 4 b による)、開口部 1 4 a および中実部 1 4 b に対応する領域に液晶分子 3 0 a が放射状傾斜配向した液晶ドメインが形成され、図 1 8 (c) に示したような定常状態に達する。このとき、それぞれの液晶ドメイン内の液晶分子 3 0 a の傾斜方向は、対応する領域に設けられた配向規制構造 2 8 の配向規制力による液晶分子 3 0 a の傾斜方向と一致する。

このように、対向基板 4 0 0 b 上に配向規制構造 2 8 を設けることによって、絵素電極 1 4 によって形成される放射状傾斜配向状態



をより安定化することができ、液晶セルへの応力の印加などに起因した表示品位の低下を抑制できる。

定常状態にある液晶表示装置 400 に応力が印加されると、液晶層 30 の放射状傾斜配向は一旦崩れるが、応力が取り除かれると、  
5 絵素電極 14 および配向規制構造 28 による配向規制力が液晶分子 30 a に作用しているので、放射状傾斜配向状態に復帰する。従って、応力による残像の発生が抑制される。配向規制構造 28 による配向規制力が強すぎると、電圧無印加時にも放射状傾斜配向によるリタデーションが発生し、表示のコントラスト比を低下するおそれ  
10 があるが、配向規制構造 28 による配向規制力は、絵素電極 14 によって形成される放射状傾斜配向の安定化および中心軸位置を固定する効果を有せばいいので、強い配向規制力は必要なく、表示品位を低下させるほどのリタデーションを発生させない程度の配向規制力で十分である。

15 例えば、図 17 (b) に示した凸部 22 b を採用する場合、直径が約  $30\ \mu\text{m}$  ~ 約  $35\ \mu\text{m}$  の単位中実部 14 b' に対して、それぞれ直径が約  $15\ \mu\text{m}$  で高さ（厚さ）が約  $1\ \mu\text{m}$  の凸部 22 を形成すれば、十分な配向規制力が得られ、且つ、リタデーションによるコントラスト比の低下も実用上問題の無いレベルに抑えられる。

20 ここまでは、対向基板上に設ける配向規制構造について説明したが、上述した配向規制構造に代えて、あるいは、上述した配向規制構造とともに、TFT基板上に凸部を設け、そのことによって放射状傾斜配向を安定化してもよい。

図 19 (a) および (b) を参照しながら、TFT 基板 500 a 上に凸部 60 を有する液晶表示装置 500 の構造を説明する。図 19 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 19 (b) は図 19 (a) 中の 19 B - 19 B' 線に沿った断面図に相当する。図 19 (b) は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。なお、図 19 (a) および (b) では、補助容量を図示していないが、液晶表示装置 500 においても液晶表示装置 100、200 および 300 と同様に、補助容量はその少なくとも一部が中実部 14 b の設けられていない領域内に位置するように設けられている。

図 19 (a) および (b) に示したように、液晶表示装置 500 は、TFT 基板 500 a が、絵素電極 14 の開口部 14 a の内側に凸部 60 を有する点において、上述した液晶表示装置と異なっている。凸部 60 の表面には、垂直配向膜（不図示）が設けられている。

凸部 60 の基板 11 の面内方向の断面形状は、図 19 (a) に示したように、開口部 14 a の形状と同じであり、ここでは略星形である。但し、隣接する凸部 60 は互いに繋がっており、単位中実部 14 b' を略円形に完全に包囲するように形成されている。この凸部 60 の基板 11 に垂直な面内方向の断面形状は、図 19 (b) に示したように台形である。すなわち、基板面に平行な頂面 60 t と基板面に対してテーパ角  $\theta$  ( $< 90^\circ$ ) で傾斜した側面 60 s とを有している。凸部 60 を覆うように垂直配向膜（不図示）が形成されているので、凸部 60 の側面 60 s は、液晶層 30 の液晶分子 30 a に対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制

力を有することになり、放射状傾斜配向を安定化させるように作用する。

この凸部 60 の作用を図 20 (a) ~ (d) と図 21 (a) および (b) とを参照しながら説明する。

- 5       まず、図 20 (a) ~ (d) を参照しながら、液晶分子 30 a の配向と垂直配向性を有する表面の形状との関係を説明する。

図 20 (a) に示したように、水平な表面上の液晶分子 30 a は、垂直配向性を有する表面（典型的には、垂直配向膜の表面）の配向規制力によって、表面に対して垂直に配向する。このように垂直配向状態にある液晶分子 30 a に液晶分子 30 a の軸方位に対して垂直な等電位線 E Q で表される電界が印加されると、液晶分子 30 a には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互いに対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層 30 内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 30 a と、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子 30 a とが混在する。その結果、液晶層 30 に印加された電圧に応じた配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

図 20 (b) に示したように、傾斜した表面に対して垂直に配向している液晶分子 30 a に対して、水平な等電位線 E Q で表される電界が印加されると、液晶分子 30 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では時計回り）に傾斜する。また、水平な表面に対して垂直に配向している液晶分子 30 a は、図 20 (c) に示したように、傾斜した表面に対して垂直に配向し

ている液晶分子 30 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した表面上に位置する液晶分子 30 a と同じ方向（時計回り）に傾斜する。

図 20（d）に示したように、断面が台形の連続した凹凸状の表面に対しては、それぞれの傾斜した表面上の液晶分子 30 a によって規制される配向方向と整合するように、頂面および底面上の液晶分子 30 a が配向する。

本実施形態の液晶表示装置は、このような表面の形状（凸部）による配向規制力の方向と、斜め電界による配向規制方向とを一致させることによって、放射状傾斜配向を安定化させる。

図 21（a）および（b）は、それぞれ図 19（b）に示した液晶層 30 に電圧を印加した状態を示しており、図 21（a）は、液晶層 30 に印加された電圧に応じて、液晶分子 30 a の配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を模式的に示しており、図 21（b）は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 30 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 21（a）および（b）中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

絵素電極 14 と対向電極 22 とが同電位するとき（液晶層 30 に電圧が印加されていない状態）には、図 19（b）に示したように、絵素領域内の液晶分子 30 a は、両基板 11 および 21 の表面に対して垂直に配向している。このとき、凸部 60 の側面 60 s の垂直配向膜（不図示）に接する液晶分子 30 a は、側面 60 s に対して垂直に配向し、側面 60 s の近傍の液晶分子 30 a は、周辺の液晶

分子 3 0 a との相互作用（弾性体としての性質）によって、図示したように、傾斜した配向をとる。

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 2 1 (a) に示した等電位線 E Q で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 の中実部 1 4 b と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、中実部 1 4 b および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素電極 1 4 の開口部 1 4 a に対応する領域で落ち込み、開口部 1 4 a のエッジ部（開口部 1 4 a の境界（外延）を含む開口部 1 4 a の内側周辺）E G 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。

この斜め電界によって、上述したように、エッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a は、図 2 1 (a) 中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。この斜め電界による配向規制方向は、それぞれのエッジ部 E G に位置する側面 6 0 s による配向規制方向と同じである。

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 2 1 (b) に模式的に示した配向状態となる。開口部 1 4 a の中央付近、すなわち、凸部 6 0 の頂面 6 0 t の中央付近に位置する液晶分子 3 0 a は、開口部 1 4 a の互いに対向する両側のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線 E Q に対して垂直な配向状態を保ち、開口部 1 4 a （凸部 6 0 の頂面 6 0

t) の中央から離れた領域の液晶分子 30 a は、それぞれ近い方のエッジ部 E G の液晶分子 30 a の配向の影響を受けて傾斜し、開口部 14 a (凸部 60 の頂面 60 t) の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。また、開口部 14 a および凸部 60 によって実質的に包囲された単位中実部 14 b' に対応する領域においても、単位中実部 14 b' の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。

このように、液晶表示装置 500 においても、液晶表示装置 100 と同様に、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口部 14 a および単位中実部 14 b' に対応して形成される。凸部 60 は単位中実部 14 b' を略円形に完全に包囲するように形成されているので、液晶ドメインは凸部 60 で包囲された略円形の領域に対応して形成される。さらに、開口部 14 a の内側に設けられた凸部 60 の側面は、開口部 14 a のエッジ部 E G 付近の液晶分子 30 a を、斜め電界による配向方向と同じ方向に傾斜させるように作用するので、放射状傾斜配向を安定化させる。

斜め電界による配向規制力は、当然のことながら、電圧印加時にか作用せず、その強さは電界の強さ (印加電圧の大きさ) に依存する。したがって、電界強度が弱い (すなわち、印加電圧が低い) と、斜め電界による配向規制力は弱く、液晶パネルに外力が加わると、液晶材料の流動によって放射状傾斜配向が崩れることがある。一旦、放射状傾斜配向が崩れると、十分に強い配向規制力を発揮する斜め電界を生成するだけの電圧が印加されないと、放射状傾斜配向は復元されない。これに対し、凸部 60 の側面 60 s による配向

規制力は、印加電圧に関係なく作用し、配向膜のアンカリング効果として知られているように、非常に強い。従って、液晶材料の流動が生じて、一旦放射状傾斜配向が崩れても、凸部 60 の側面 60 s の近傍の液晶分子 30 a は放射状傾斜配向のときと同じ配向方向を維持している。従って、液晶材料の流動が止まりさえすれば、放射状傾斜配向が容易に復元される。

この様に、液晶表示装置 500 は、液晶表示装置 100 が有する特徴に加え、外力に対して強いという特徴を有している。従って、液晶表示装置 500 は、外力が印加されやすい、携帯して使用される機会の多い P C や P D A に好適に用いられる。

なお、凸部 60 を透明性の高い誘電体を用いて形成すると、開口部 14 a に対応して形成される液晶ドメインの表示への寄与率が向上するという利点を得られる。一方、凸部 60 を不透明な誘電体を用いて形成すると、凸部 60 の側面 60 s によって傾斜配向している液晶分子 30 a のリタデーションに起因する光漏れを防止できるという利点を得られる。いずれを採用するかは、液晶表示装置の用途などに応じて決めればよい。いずれの場合にも、感光性樹脂を用いると、開口部 14 a に対応してパターンニングする工程を簡略化できる利点がある。十分な配向規制力を得るためには、凸部 60 の高さは、液晶層 30 の厚さが約  $3\ \mu\text{m}$  の場合、約  $0.5\ \mu\text{m}$  ～ 約  $2\ \mu\text{m}$  の範囲にあることが好ましい。一般に、凸部 60 の高さは、液晶層 30 の厚さの約  $1/6$  ～ 約  $2/3$  の範囲内にあることが好ましい。

上述したように、液晶表示装置 500 は、絵素電極 14 の開口部 14 a の内側に凸部 60 を有し、凸部 60 の側面 60 s は、液晶層 30 の液晶分子 30 a に対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する。側面 60 s が斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するための好ましい条件を図 2 2 (a) ~ (c) を参照しながら説明する。

図 2 2 (a) ~ (c) は、それぞれ液晶表示装置 500 A、500 B および 500 C の断面図を模式的に示し、図 2 1 (a) に対応する。液晶表示装置 500 A、500 B および 500 C は、いずれも開口部 14 a の内側に凸部を有するが、1つの構造体としての凸部 60 全体と開口部 14 a との配置関係が液晶表示装置 500 と異なっている。

上述した液晶表示装置 500 においては、図 2 1 (a) に示したように、構造体としての凸部 60 の全体が開口部 14 a の内側に形成されており、且つ、凸部 60 の底面は開口部 14 a よりも小さい。図 2 2 (a) に示した液晶表示装置 500 A においては、凸部 60 A の底面は開口部 14 a と一致しており、図 2 2 (b) に示した液晶表示装置 500 B においては、凸部 60 B は開口部 14 a よりも大きい底面を有し、開口部 14 a の周辺の中実部（導電膜）14 b を覆うように形成されている。これらの凸部 60、60 A および 60 B のいずれの側面 60 s 上にも中実部 14 b が形成されていない。その結果、それぞれの図に示したように、等電位線 E Q は、中実部 14 b 上ではほぼ平坦で、そのまま開口部 14 a で落ち込む。従っ



て、液晶表示装置 500A および 500B の凸部 60A および 60B の側面 60s は、上述した液晶表示装置 500 の凸部 60 と同様に、斜め電界による配向規制力と同じ方向の配向規制力を発揮し、放射状傾斜配向を安定化する。

5       これに対し、図 22 (c) に示した液晶表示装置 500C の凸部 60C の底面は開口部 14a よりも大きく、開口部 14a の周辺の中実部 14b は凸部 60C の側面 60s 上に形成されている。この側面 60s 上に形成された中実部 14b の影響で、等電位線 EQ に山が形成される。等電位線 EQ の山は、開口部 14a で落ち込む等  
10       電位線 EQ と反対の傾きを有しており、これは、液晶分子 30a を放射状傾斜配向させる斜め電界とは逆向きの斜め電界を生成していることを示している。従って、側面 60s が斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するためには、側面 60s 上に中実部（導電膜）14b が形成されていないことが好ましい。

15       次に、図 23 を参照しながら、図 19 (a) に示した凸部 60 の 23A-23A' 線に沿った断面構造を説明する。

      上述したように、図 19 (a) に示した凸部 60 は、単位中実部 14b' を略円形に完全に包囲するように形成されているので、隣接する単位中実部 14b' の相互に接続する役割を果たしている部分（円形部から四方に枝部）は、図 23 に示したように、凸部 60  
20       上に形成される。従って、絵素電極 14 の中実部 14b を形成する導電膜を堆積する工程において、凸部 60 上で断線が生じたり、あるいは、製造プロセスの後工程で剥離が生じたりする可能性が高い。

そこで、図 2 4 (a) および (b) に示す液晶表示装置 5 0 0 D  
のように、開口部 1 4 a 内に、それぞれ独立した凸部 6 0 D が完全  
に含まれるように形成すると、中実部 1 4 b を形成する導電膜は、  
基板 1 1 の平坦な表面に形成されるので断線や剥離が起こる危険性  
5 が無くなる。なお、凸部 6 0 D は、単位中実部 1 4 b' を略円形に  
完全に包囲するようには形成されていないが、単位中実部 1 4 b'  
に対応した略円形の液晶ドメインが形成され、先の例と同様に、そ  
の放射状傾斜配向は安定化される。

開口部 1 4 a 内に凸部 6 0 を形成することによって、放射状傾斜  
10 配向を安定化させる効果は、例示したパターンの開口部 1 4 a に限  
られず、実施形態 1 で説明した全てのパターンの開口部 1 4 a に対  
して同様に適用でき、同様の効果を得ることができる。なお、凸部  
6 0 による外力に対する配向安定化効果を十分に発揮させるために  
15 は、凸部 6 0 のパターン（基板法線方向から見たときにパターン）  
は、できるだけ広い領域の液晶層 3 0 を包囲する形状であることが  
好ましい。従って、例えば、円形の開口部 1 4 a を有するネガ型パ  
ターンよりも、円形の単位中実部 1 4 b' を有するポジ型パターン  
の方が、凸部 6 0 による配向安定化効果が大きい。

なお、本発明による液晶表示装置においては、絵素電極に開口部  
20 を設けるので、開口部に対応する領域の液晶層に十分な電圧が印加  
されず、十分なリタデーション変化が得られないために、光の利用  
効率が低下するという問題が発生することがある。そこで、開口部  
を設けた電極（上層電極）の液晶層とは反対側に誘電体層を設け、

この誘電体層を介して電極の開口部の少なくとも一部に対向するさらなる電極（下層電極）を設ける（すなわち２層構造電極とすることによって、開口部に対応する液晶層に十分な電圧を印加することができ、光の利用効率や応答特性を向上することができる。

5 図２５（ａ）～（ｃ）に、下層電極１２と、上層電極１４と、これらの間に設けられた誘電体層１３とを有する絵素電極（２層構造電極）１６を備える液晶表示装置６００の１つの絵素領域の断面構造を模式的に示す。絵素電極１６の上層電極１４は、上述した絵素電極１４と実質的に等価で、上述した種々の形状、配置の開口部および中実部を有する。以下では、２層構造を有する絵素電極１６の機能

10 機能を説明する。

液晶表示装置６００の絵素電極１６は、複数の開口部１４ａ（１４ａ１および１４ａ２を含む）を有する。図２５（ａ）は、電圧が印加されていない液晶層３０内の液晶分子３０ａの配向状態（ＯＦ

15 Ｆ状態）を模式的に示している。図２５（ｂ）は、液晶層３０に印加された電圧に応じて、液晶分子３０ａの配向が変化し始めた状態（ＯＮ初期状態）を模式的に示している。図２５（ｃ）は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子３０ａの配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。なお、図２５では、開口部１４ａ１および１４

20 ａ２に誘電体層１３を介して対向するように設けられた下層電極１２は、開口部１４ａ１および１４ａ２のそれぞれと重なり、且つ、開口部１４ａ１および１４ａ２の間の領域（上層電極１４が存在する領域）にも存在するように形成された例を示したが、

下層電極 1 2 の配置はこれに限られず、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のそれぞれに対して、下層電極 1 2 の面積＝開口部 1 4 a の面積、または、下層電極 1 2 の面積＜開口部 1 4 a の面積としてもよい。すなわち、下層電極 1 2 は、誘電体層 1 3 を介して開口部 1 4 a の少なくとも一部と対向するように設けられていればよい。但し、下層電極 1 2 が開口部 1 4 a 内に形成された構成においては、基板 1 1 の法線方向から見た平面内に、下層電極 1 2 および上層電極 1 4 のいずれもが存在しない領域（隙間領域）が存在し、この隙間領域に対向する領域の液晶層 3 0 に十分な電圧が印加されないことがあるので、液晶層 3 0 の配向を安定化するように、この隙間領域の幅を十分に狭くすることが好ましく、典型的には、約 4  $\mu$ m を越えないことが好ましい。また、誘電体層 1 3 を介して上層電極 1 4 の導電層が存在する領域と対向する位置に形成された下層電極 1 2 は、液晶層 3 0 に印加される電界に実質的に影響しないので、特にパターンニングする必要はないが、パターンニングしてもよい。

図 2 5 (a) に示したように、絵素電極 1 6 と対向電極 2 2 が同電位するとき（液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態）には、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、両基板 1 1 および 2 1 の表面に対して垂直に配向している。ここでは、簡単のために、絵素電極 1 6 の上層電極 1 4 と下層電極 1 2 の電位は互いに等しいとする。

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 2 5 (b) に示した等電位線 E Q で表される電位勾配が形成される。絵素電極 1 6 の上層電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内には、上層電極 1

4 および対向電極 2 2 の表面に対して平行な等電位線 E Q で表される、均一な電位勾配が形成される。上層電極 1 4 の開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 の上に位置する液晶層 3 0 には、下層電極 1 2 と対向電極 2 2 との電位差に応じた電位勾配が形成される。このとき、  
5 液晶層 3 0 内に形成される電位勾配が、誘電体層 1 3 による電圧降下の影響を受けるので、液晶層 3 0 内に形成される等電位線 E Q は、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 に対応する領域で落ち込む（等電位線 E Q に複数の「谷」が形成される）。誘電体層 1 3 を介して開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 に対向する領域に下層電極 1 2 が形成さ  
10 れているので、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のそれぞれの中央付近上に位置する液晶層 3 0 内にも、上層電極 1 4 および対向電極 2 2 の面に対して平行な等電位線 E Q で表される電位勾配が形成される（等電位線 E Q の「谷の底」）。開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のエッジ部（開口部の境界（外延）を含む開口部の内側周辺）E G  
15 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。

図 2 5 (b) と図 2 (a) との比較から明らかなように、液晶表示装置 6 0 0 は下層電極 1 2 を有するので、開口部 1 4 a に対応する領域に形成される液晶ドメインの液晶分子にも十分な大きさの電  
20 界を作用させることができる。

負の誘電異方性を有する液晶分子 3 0 a には、液晶分子 3 0 a の軸方位を等電位線 E Q に対して平行に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a は、図 2 5

(b) 中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。

図 2 5 (b) に示したように、液晶表示装置 6 0 0 の開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のエッジ部 E G において、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して傾斜した等電位線 E Q で表される電界（斜め電界）が発生すると、図 3 (b) に示したように、液晶分子 3 0 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回り）に傾斜する。また、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して垂直方向の等電位線 E Q で表される電界が発生する領域に位置する液晶分子 3 0 a は、図 3 (c) に示したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a と同じ方向に傾斜する。

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 2 5 (c) に模式的に示したように、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のそれぞれの中心 S A に関して対称な傾斜配向（放射状傾斜配向）を形成する。また、隣接する 2 つの開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 との間に位置する上層電極 1 4 の領域上の液晶分子 3 0 a も、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のエッジ部の液晶分子 3 0 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜配向する。開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のエッジの中央に位置する部分上の液晶分子 3 0 a

は、それぞれのエッジ部の液晶分子 30 a の影響を同程度に受ける  
ので、開口部 14 a 1 および 14 a 2 の中央部に位置する液晶分子  
30 a と同様に、垂直配向状態を維持する。その結果、隣接する 2  
つの開口部 14 a 1 と 14 a 2 との間の上層電極 14 上の液晶層も  
5 放射状傾斜配向状態となる。但し、開口部 14 a 1 および 14 a 2  
内の液晶層の放射状傾斜配向と開口部 14 a 1 と 14 a 2 との間の  
液晶層の放射状傾斜方向とでは、液晶分子の傾斜方向が異なる。図  
25 (c) に示した、それぞれの放射状傾斜配向している領域の中  
央に位置する液晶分子 30 a 付近の配向に注目すると、開口部 14  
10 a 1 および 14 a 2 内では、対向電極に向かって広がるコーンを形  
成するように液晶分子 30 a が傾斜しているのに対し、開口部間  
では、上層電極 14 に向かって広がるコーンを形成するように液晶分  
子 30 a が傾斜している。なお、いずれの放射状傾斜配向もエッジ部  
の液晶分子 30 a の傾斜配向と整合するように形成されているので、  
15 2つの放射状傾斜配向は互いに連続している。

上述したように、液晶層 30 に電圧を印加すると、上層電極 14  
に設けた複数の開口部 14 a 1 および 14 a 2 それぞれのエッジ部  
EG 上の液晶分子 30 a から傾斜し始め、その後周辺領域の液晶分  
子 30 a がエッジ部 EG 上の液晶分子 30 a の傾斜配向と整合する  
20 ように傾斜することによって、放射状傾斜配向が形成される。従っ  
て、1つの絵素領域内に形成する開口部 14 a の数が多いほど、電  
界に応答して最初に傾斜し始める液晶分子 30 a の数が多くなるの  
で、絵素領域全体に亘って放射状傾斜配向が形成されるのに要する

時間が短くなる。すなわち、絵素領域毎に絵素電極 1 6 に形成する開口部 1 4 a の数を増やすことによって、液晶表示装置の応答速度を改善することができる。また、絵素電極 1 6 を上層電極 1 4 と下層電極 1 2 とを有する 2 層構造電極とすることによって、開口部 1 4 a に対応する領域の液晶分子にも十分な電界を作用させることができるので、液晶表示装置の応答特性が向上する。

上記のような 2 層構造電極 1 6 を採用する場合、例えば、図 2 6 に示すように、補助容量電極 8 を下層電極 1 2 の一部として機能させ、第 2 の絶縁層 7 を誘電体層 1 3 として機能させることができる。

2 層構造の絵素電極 1 6 を有する液晶表示装置は、透過型や反射型だけでなく、透過反射両用型の液晶表示装置（例えば、特開平 1 1 - 1 0 1 9 9 2 号公報参照）を構成することができる。

透過反射両用型液晶表示装置（以下、「両用型液晶表示装置」と略す）は、絵素領域内に、透過モードで表示を行う透過領域 T と、反射モードで表示を行う反射領域 R とを有する液晶表示装置を指す（図 2 5（a）参照）。透過領域 T および反射領域 R は、典型的には、透明電極および反射電極によって規定される。反射電極に代えて、反射層と透明電極との組み合わせた構造によって、反射領域を規定することもできる。

この両用型液晶表示装置は、反射モードと透過モードとを切り替えて表示すること、または同時に両方の表示モードで表示することもできる。したがって、例えば、周囲光が明るい環境下では反射モードの表示を、暗い環境では透過モードの表示を実現することがで



きる。また、両方のモードの表示を同時に行うと、透過モードの液晶表示装置を周囲光が明るい環境下（蛍光灯の光や太陽光が直接特定の角度で表示面に入射する状態）で使用したときに見られるコントラスト比の低下を抑制することができる。このように、透過型液晶表示装置の欠点を補うことができる。なお、透過領域Tと反射領域Rとの面積の比率は、液晶表示装置の用途に応じて適宜設定され得る。また、専ら透過型として用いる液晶表示装置においては、反射モードでの表示ができない程度にまで反射領域の面積比率を小さくしても、上述した透過型液晶表示装置の欠点を補うことができる。

図25(a)に示したように、例えば、液晶表示装置600の上層電極14を反射電極とし、下層電極12を透明電極とすることによって、両用型液晶表示装置を得ることができる。但し、反射モードと透過モードの表示の電圧－透過率特性を互いに整合させるために、反射領域Rの液晶層30の厚さと透過領域Tの液晶層30の厚さとを調整したり、上層電極14に印加する電圧と、下層電極12に印加する電圧とを調整したりすることが好ましい。

（偏光板、位相差板の配置）

負の誘電率異方性を有する液晶分子が電圧無印加時に垂直配向する液晶層を備える、いわゆる垂直配向型液晶表示装置は、種々の表示モードで表示を行うことができる。例えば、液晶層の複屈折率を電界によって制御することによって表示する複屈折モードの他に、旋光モードや旋光モードと複屈折モードとを組み合わせる表示モードに適用される。上述した全ての液晶表示装置の一对の基板（例え

ば、T F T基板と対向基板）の外側（液晶層30と反対側）に一对の偏光板を設けることによって、複屈折モードの液晶表示装置を得ることができる。また、必要に応じて、位相差補償素子（典型的には位相差板）を設けてもよい。更に、略円偏光を用いても明るい液晶表示装置を得ることができる。

（その他の実施形態）

ここまでは、放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成するための配向規制構造（単位中実部と開口部とを有する電極構造）を備えた液晶表示装置について本発明を説明したが、本発明はこれに限定されず、電圧無印加時に垂直配向状態をとる垂直配向型の液晶層を備え、開口部やスリットを有する電極構造によって配向規制を行う液晶表示装置全般に広く用いることができ、このような液晶表示装置の実効開口率を向上することができる。

図27（a）および（b）を参照しながら、本発明による他の液晶表示装置700を説明する。液晶表示装置700は、いわゆるMVA（Multi-domain Vertically Aligned）型の液晶表示装置である。図27（a）は基板法線方向から見た上面図であり、図27（b）は図27（a）中の27B-27B'線に沿った断面図に相当する。図27（b）は、液晶層に電圧を印加した状態を示している。

液晶表示装置700は、アクティブマトリクス基板（T F T基板）700aと、対向基板（カラーフィルタ基板）700bと、T F T基板700aと対向基板700bとの間に設けられた垂直配向

型の液晶層 30 とを有している。

液晶層 30 に含まれる液晶分子 30 a は、負の誘電率異方性を有し、TFT 基板 700 a および対向基板 700 b の液晶層 30 側の表面に設けられた垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）によって、液晶層 30 に電圧が印加されていないとき、垂直配向膜の表面  
5 に対して垂直に配向する。

液晶表示装置 700 の TFT 基板 700 a は、透明基板（例えばガラス基板）11 とその表面に形成された絵素電極 19 とを有している。対向基板 700 b は、透明基板（例えばガラス基板）21 と  
10 その表面に形成された対向電極 22 とを有している。液晶層 30 を介して互いに対向するように配置された絵素電極 19 と対向電極 22 とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層 30 の配向状態が変化する。液晶層 30 の配向状態の変化に伴い、液晶層 30 を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われ  
15 る。

TFT 基板 700 a が有する絵素電極 19 は、図 27 (a) に示すように、複数のスリット 19 a を有している。絵素の上半分では、複数のスリット 19 a は、それぞれ左上から右下に向かって伸び、所定の  
20 間隔で互いに平行になるように配置されている。また、絵素の下半分では、複数のスリット 19 a は、それぞれ左下から右上に向かって伸び、所定の間隔で互いに平行になるように配置されている。

絵素電極 19 と対向電極 22 との間に電圧を印加すると、絵素電

極 19 のスリット 19 a のエッジ部（スリット 19 a の境界（外延）を含むスリット 19 a の内側周辺）上の液晶層 30 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。従って、電圧無印加時に垂直配向状態にある負の誘電異方性を有する液晶分子 30 a は、電圧印加時にはスリット 19 a のエッジ部に生成される斜め電界の傾斜方向に沿って傾斜する。つまり、液晶層 30 は、絵素電極 19 と対向電極 22 との間に電圧が印加されたときに、絵素電極 19 の複数のスリット 19 a のエッジ部に生成される斜め電界によって配向規制される。

液晶表示装置 700 では、スリット 19 a のエッジ部に生成される斜め電界によって液晶層 30 が配向規制される結果、電圧印加時には、絵素領域内の液晶分子 30 a は、スリット 19 a の端辺に直交する 4 つの方位（図 27（a）の右上方向、右下方向、左上方向、左下方向）に配向する。言い換えると、液晶表示装置 700 においては、絵素領域は、配向分割されている。そのため、液晶表示装置 700 は、良好な視野角特性を有している。

また、液晶表示装置 700 の対向基板 700 b は、液晶層 30 側の表面に複数のリブ 29 を有している。リブ 29 が延びる方向とスリット 19 a が延びる方向とは一致し、リブ 29 は、2 つの隣接したスリット 19 a 間に位置するように設けられている。

リブ 29 の表面は垂直配向性を有しており（典型的には、リブ 29 を覆うように垂直配向膜（不図示）が形成されている。）、液晶分子 30 a は、リブ 29 が有する傾斜側面 29 s のアンカリング効

果によって、傾斜側面 29 s に対してほぼ垂直に配向する。このような状態の液晶層 30 に電圧を印加すると、リブ 29 s の傾斜側面 29 s のアンカリング効果による傾斜側面 29 s 上の傾斜配向と整合するように、リブ 29 近傍の他の液晶分子 30 a が傾斜する。

5        絵素電極 19 のスリット 19 a のエッジ部に生成される斜め電界による配向規制方向と、リブ 29 による配向規制方向とは整合するので、電圧印加時に斜め電界によって配向分割される液晶層の配向は、リブ 29 によってさらに安定化される。なお、本実施形態では、対向基板 700 b が、絵素電極 19 の複数のスリット 19 a の間に  
10        対応した領域に設けられた複数のリブ 29 を有する構成を示したが、この構成に代えて、対向電極 22 が、絵素電極 19 の複数のスリット 19 a の間に対応した領域に設けられた複数のスリットを有する構成としてもよい。

15        液晶表示装置 700 の TFT 基板 700 a には、補助容量 44 が形成されている。補助容量 44 は、具体的には、補助容量配線 6 と、この補助容量配線 6 に対向し、薄膜トランジスタ（不図示）のドレイン電極に電氣的に接続された補助容量電極 8 と、これらの間に設けられた第 1 の絶縁層（第 1 の層間絶縁膜） 3 とによって構成されている。

20        補助容量配線 6 は、走査配線（ここでは不図示）に略平行に延びる配線幹部 6 a と、配線幹部 6 a から延設され、スリット 19 a に沿って延びる 4 つの配線枝部 6 b とを有する。また、補助容量電極 8 は、配線幹部 6 a に第 1 の絶縁層 3 を介して対向する電極幹部 8

a と、電極幹部 8 a から延設され、配線枝部 6 b に第1の絶縁層 3 を介して対向する電極枝部 8 b とを有する。

5 上述した配線や薄膜トランジスタを覆うように第2の絶縁層（第2の層間絶縁膜）7 が設けられており、絵素電極 1 9 はこの第2の絶縁層 7 上に形成されている。本実施形態では、第2の絶縁層 7 は樹脂材料からなる厚膜である。

10 液晶表示装置 7 0 0 においては、図 2 7 （a）および（b）に示すように、補助容量 4 4 の一部が絵素電極 1 9 のスリット 1 9 a に重なっている。具体的には、配線幹部 6 a および電極幹部 8 a の一部と、配線枝部 6 b および電極枝部 8 b がスリット 1 9 a に重なるように配置され、そのことによって補助容量 4 4 の一部がスリット 1 9 a に重なっている。

15 従って、典型的には遮光性の部材を含んで構成される補助容量 4 4 に起因した実効開口率（透過率）の低下を抑制し、表示に寄与する領域（絵素電極 1 9 のうちの導電膜が存在する部分）の面積を大きくすることができる。そのため、明るい表示が実現される。

20 また、本実施形態では、T F T 基板 7 0 0 a が薄膜トランジスタや補助容量電極 8 を覆う第2の絶縁層 7 を有し、絵素電極 1 9 がこの第2の絶縁層 7 上に形成されている構成を採用しているので、薄膜トランジスタや走査配線、信号配線などに部分的に重なるように絵素電極 1 9 を設けることができ、いっそうの開口率の向上を図ることができる。

なお、配向規制を行うのに十分な強さの斜め電界をスリット 1 9

aのエッジ部に生成するためには、第2の絶縁層7を本実施形態のように厚膜とすることが好ましい。補助容量44を構成する補助容量電極8は、薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続されており、絵素電極19の導電膜と実質的に同じ電位となる。そのため、スリット19aに補助容量電極8の一部が重なっていると、電圧印加時に生成される等電位線EQがスリット19aで十分に落ち込まず、スリット19aのエッジ部に十分な強さの斜め電界が生成されないことがある。

第2の絶縁層7を厚膜とすると、第2の絶縁層7による電圧降下を十分大きくし、スリット19aで等電位線EQを十分に落ち込ませることができるので、スリット19aのエッジ部に十分な強さの斜め電界を生成することができる。また、第2の絶縁層7を厚膜とすることによって、第2の絶縁層7の液晶層30側の表面を実質的に平坦とすることができるので、その上に形成される絵素電極19に段差が発生することを防止できる。

十分に強い配向規制力を得るためには、第2の絶縁層7の厚さは、具体的には、 $1\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $2.5\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。また、第2の絶縁層7を樹脂材料（例えばアクリル樹脂などの感光性を有する透明樹脂材料）から形成すると、第2の絶縁層7の厚膜化が容易となる。

開口率の十分な向上を図る観点からは、補助容量44のできるだけ多くの部分が絵素電極19のスリット19aに重なっていることが好ましい。具体的には、スリット19aに補助容量44の $1/4$

以上が重なっていることが好ましく、1/2以上が重なっていることがより好ましく、ほぼ全ての部分が重なっていることがさらに好ましい。本実施形態では、補助容量配線6および補助容量電極8は、スリット19aに沿って延びる配線枝部6bおよび電極枝部8bを有している。このように、補助容量配線6および補助容量電極8が分岐構造を有していると、補助容量44のより多くの部分をスリット19a（あるいは開口部）に重ねることができ、開口率の高い設計を容易に実現することができる。

## 10 産業上の利用可能性

本発明によると、広視野角特性を有し、表示品位が高く、且つ、明るい表示が可能な液晶表示装置が提供される。

本発明によると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが安定に、高い連続性を有するように形成されるので、従来の広視野角特性を有する液晶表示装置の表示品位をさらに向上することができる。

さらに、補助容量の少なくとも一部が、絵素電極の中実部が設けられていない領域内に位置しているので、典型的には遮光性の部材を含んで構成される補助容量に起因した実効開口率（透過率）の低下を抑制し、表示に寄与する中実部の面積を大きくすることができる。そのため、明るい表示が実現される。

あるいは、本発明によると、補助容量の少なくとも一部が、絵素電極の開口部またはスリットに重なっているので、補助容量に起因



した実効開口率（透過率）の低下を抑制し、明るい表示を実現することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを備え、複数の絵素領域を有し、

5 前記第1基板は、前記液晶層側に前記複数の絵素領域のそれぞれごとに設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、

前記第2基板は、前記絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極を有し、

10 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極は、複数の単位中実部を含む中実部を有し、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたときに、前記絵素電極の前記複数の単位中実部のそれぞれの周  
15 辺に生成される斜め電界によって、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応した領域に、放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する、液晶表示装置であって、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極および前記対向電極と前記液晶層とによって構成される液晶容量に電氣的に  
20 並列に接続された補助容量をさらに備え、

前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極の前記中実部が設けられていない領域を有し、

前記補助容量の少なくとも一部が、前記第1基板の前記中実部が設けられていない領域内に位置する、液晶表示装置。

25

2. 前記スイッチング素子は薄膜トランジスタである、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

5 3. 前記補助容量は、補助容量配線と、前記補助容量配線に対向し、前記薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続された補助容量電極と、前記補助容量配線と前記補助容量電極との間に設けられた第 1 の絶縁層とを有する、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

10 4. 前記補助容量配線の少なくとも一部、前記補助容量電極の少なくとも一部および前記第 1 の絶縁層の少なくとも一部が前記領域内に位置している、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

15 5. 前記第 1 基板は、前記薄膜トランジスタのゲート電極に電氣的に接続された走査配線と、前記薄膜トランジスタのソース電極に電氣的に接続された信号配線とを有する、請求項 3 または 4 に記載の液晶表示装置。

20 6. 前記補助容量配線は、前記走査配線に略平行に延びる少なくとも 1 つの配線幹部と、前記配線幹部から延設された配線枝部とを有し、

前記補助容量電極は、前記配線幹部に前記第 1 の絶縁層を介して対向する少なくとも 1 つの電極幹部と、前記電極幹部から延設された電極枝部とを有する、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

25 7. 前記配線枝部および前記電極枝部は、前記複数の単位中実部のうちの 1 つの中央付近に重なるように延設されている、請求項 6

に記載の液晶表示装置。

8. 前記少なくとも1つの配線幹部は複数の配線幹部であり、前記少なくとも1つの電極幹部は複数の電極幹部である、請求項6または7に記載の液晶表示装置。

9. 前記第1基板は、少なくとも前記薄膜トランジスタおよび前記補助容量電極を覆う第2の絶縁層をさらに有し、

前記絵素電極は、前記第2の絶縁層上に形成されている、請求項3から8のいずれかに記載の液晶表示装置。

10. 前記第2の絶縁層は、樹脂材料から形成されている請求項9に記載の液晶表示装置。

11. 前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有する、請求項1から10のいずれかに記載の液晶表示装置。

12. 前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は略円形である請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

13. 前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、角部が略円弧状の略矩形である請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

14. 前記複数の単位中実部のそれぞれは、角部が鋭角化された形状を有する、請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

15. 前記複数の単位中実部は、実質的に、等しい形状で等しい  
大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1  
つの単位格子を形成する、請求項1から14のいずれかに記載の液  
晶表示装置。

16. 前記絵素電極は、少なくとも1つの開口部をさらに有し、  
前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加さ  
れたときに、前記斜め電界によって、前記少なくとも1つの開口部  
に対応する領域にも放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成  
する、請求項1から15のいずれかに記載の液晶表示装置。

17. 前記少なくとも1つの開口部は、実質的に等しい形状で等  
しい大きさを有する複数の開口部を含み、前記複数の開口部の少な  
くとも一部の開口部は、回転対称性を有するように配置された少な  
くとも1つの単位格子を形成する、請求項16に記載の液晶表示装  
置。

18. 前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞ  
れの形状は、回転対称性を有する、請求項17に記載の液晶表示装  
置。

19. 前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞ  
れの形状は略円形である請求項17または18に記載の液晶表示装  
置。

20. 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極の前記複数の開口部の面積の合計は、前記絵素電極の前記中実部の面積より小さい、請求項17から19のいずれかに記載の液晶表示装置。

5

21. 前記絵素電極の前記複数の開口部のそれぞれの内側に凸部をさらに備え、前記凸部の前記基板の面内方向の断面形状は、前記複数の開口部の形状と同じであり、前記凸部の側面は、前記液晶層の液晶分子に対して、前記斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する、請求項17から20のいずれかに記載に液晶表示装置。

10

22. 前記第2基板は、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応する領域に、前記液晶層の液晶分子を少なくとも前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加された状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有する、請求項1から21のいずれかに記載の液晶表示装置。

15

23. 前記配向規制構造は、前記複数の単位中実部のそれぞれの中央付近に対応する領域に設けられている、請求項22に記載の液晶表示装置。

20

24. 前記複数の単位中実部のそれぞれに対応して形成される前記液晶ドメイン内において、前記配向規制構造による配向規制方向は、前記斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合する、請求項22または23に記載の液晶表示装置。

25

25. 前記配向規制構造は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されていない状態においても配向規制力を発現する、請求項22から24のいずれかに記載の液晶表示装置。

5.

26. 前記配向規制構造は、前記対向基板の前記液晶層側に突き出た凸部である、請求項22から25のいずれかに記載の液晶表示装置。

10

27. 前記補助容量の一部が前記配向規制構造に重なっている、請求項25または26に記載の液晶表示装置。

28. 前記液晶ドメインは、渦巻き状の放射状傾斜配向状態をとる請求項1から27のいずれかに記載の液晶表示装置。

15

29. 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを備え、複数の絵素領域を有し、

前記第1基板は、前記液晶層側に前記複数の絵素領域のそれぞれごとに設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、

20

前記第2基板は、前記絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極を有し、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極は、少なくとも1つの開口部またはスリットを有し、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧

25

が印加されたときに、前記絵素電極の前記少なくとも1つの開口部またはスリットのエッジ部に生成される斜め電界によって配向規制される、液晶表示装置であって、

5 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極および前記対向電極と前記液晶層とによって構成される液晶容量に電氣的に並列に接続された補助容量をさらに備え、

前記補助容量の少なくとも一部が、前記絵素電極の前記少なくとも1つの開口部またはスリットに重なる、液晶表示装置。

10 30. 前記スイッチング素子は薄膜トランジスタである、請求項29に記載の液晶表示装置。

31. 前記補助容量は、補助容量配線と、前記補助容量配線に対向し、前記薄膜トランジスタのドレイン電極に電氣的に接続された補助容量電極と、前記補助容量配線と前記補助容量電極との間に設けられた第1の絶縁層とを有する、請求項30に記載の液晶表示装置。

20 32. 前記第1基板は、少なくとも前記薄膜トランジスタおよび前記補助容量電極を覆う第2の絶縁層をさらに有し、

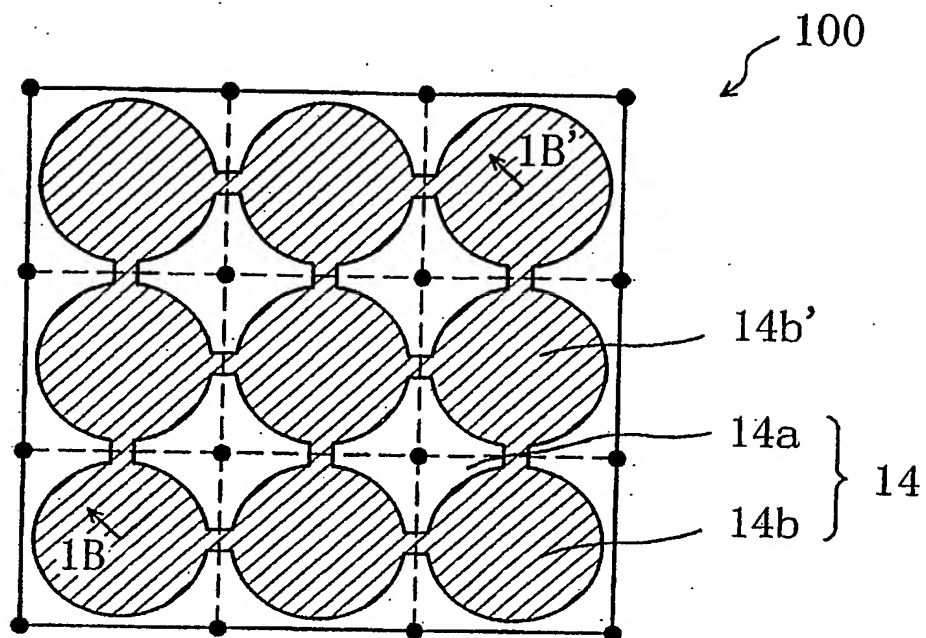
前記絵素電極は、前記第2の絶縁層上に形成されている、請求項31に記載の液晶表示装置。

25 33. 前記第2の絶縁層は、樹脂材料から形成されている請求項32に記載の液晶表示装置。

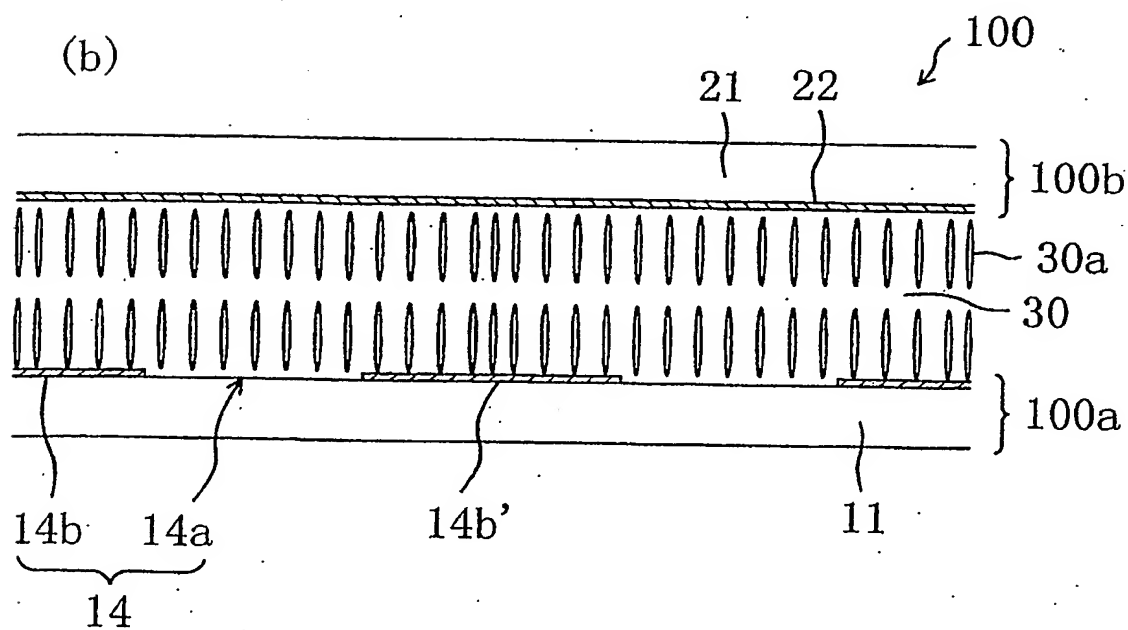


図 1

(a)

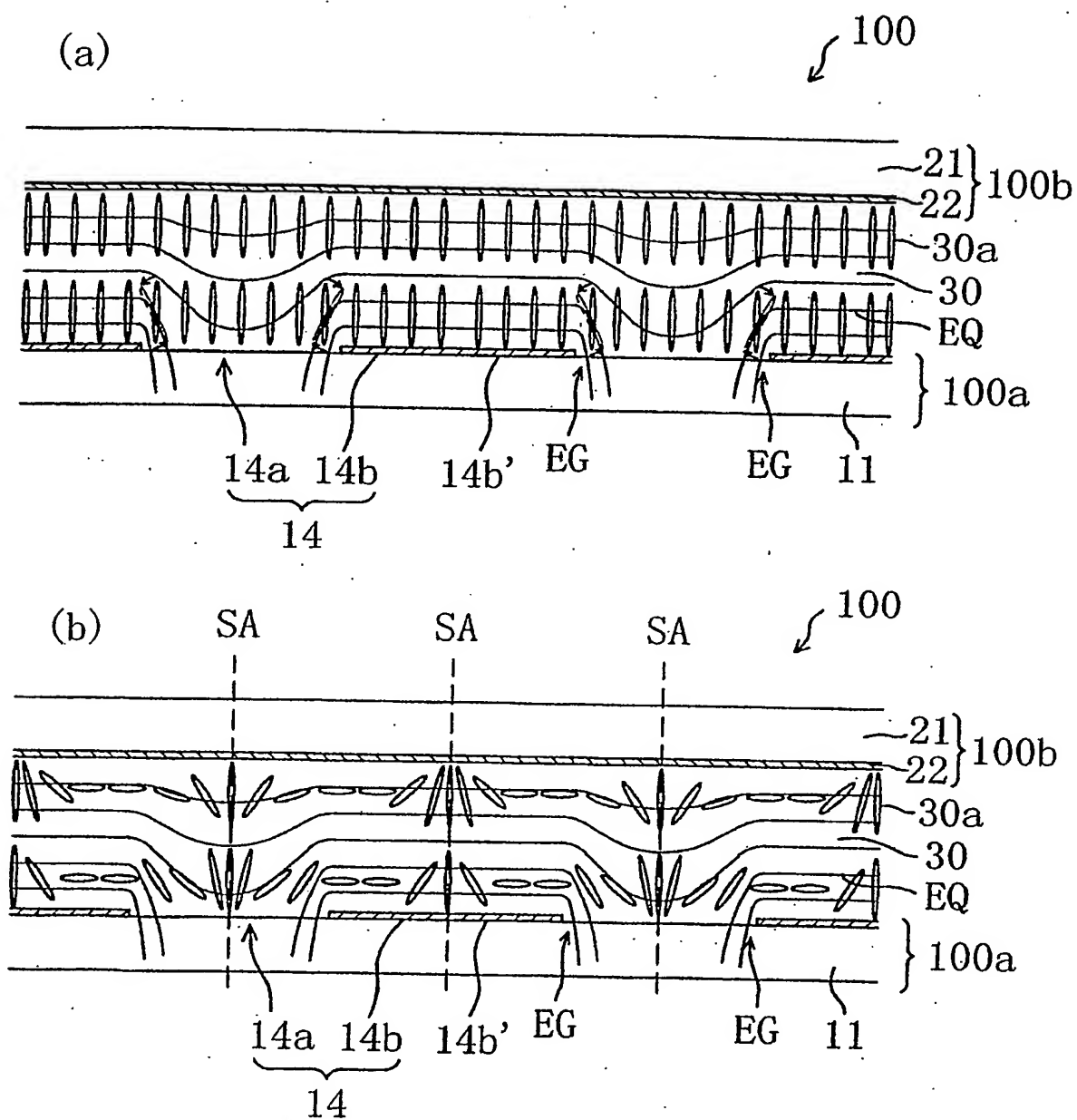


(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

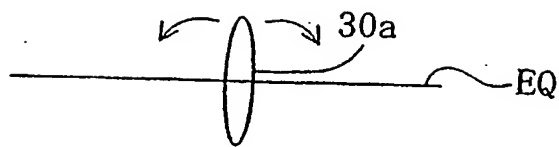
図 2



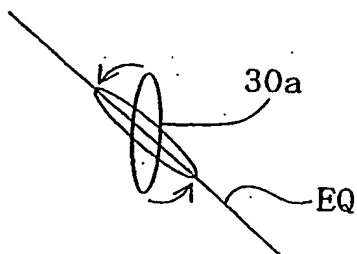
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 3

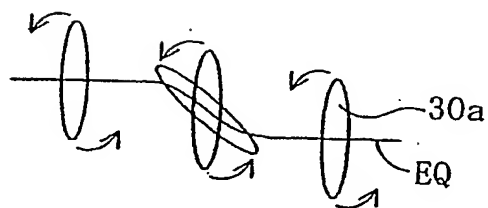
(a)



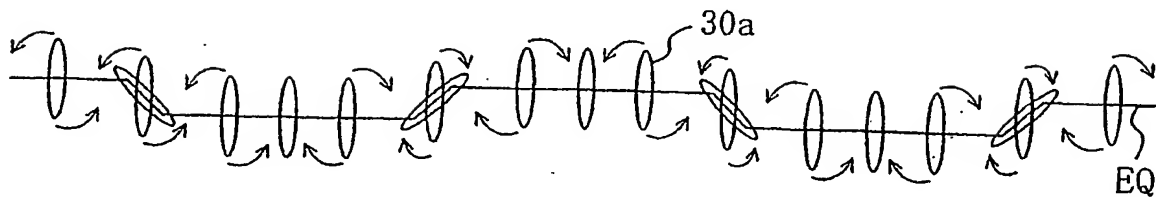
(b)



(c)



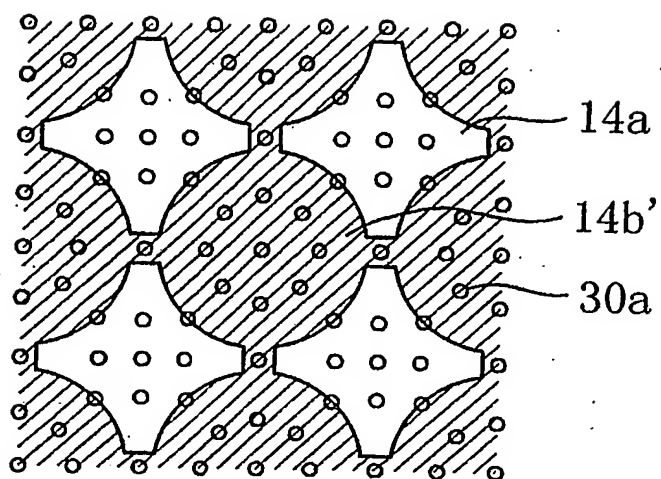
(d)



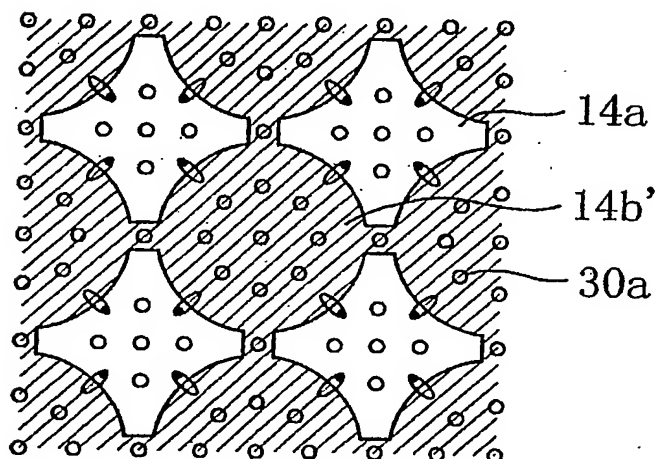
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 4

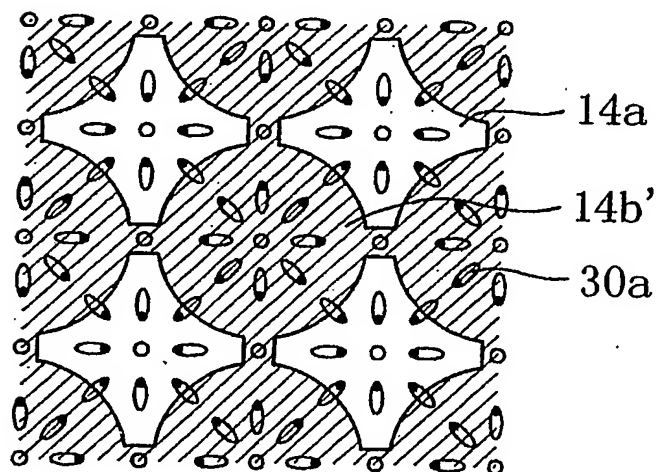
(a)



(b)



(c)

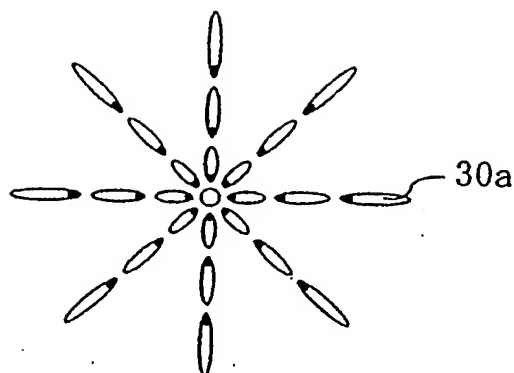


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

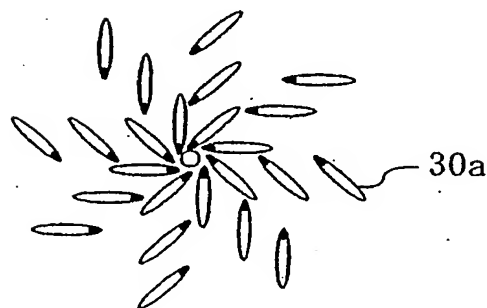


図 5

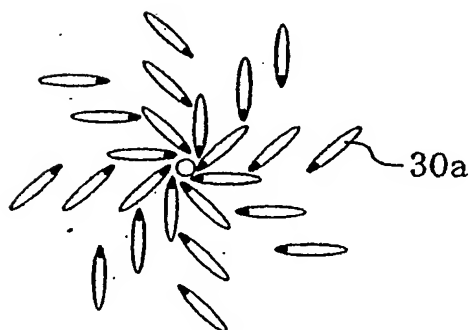
(a)



(b)



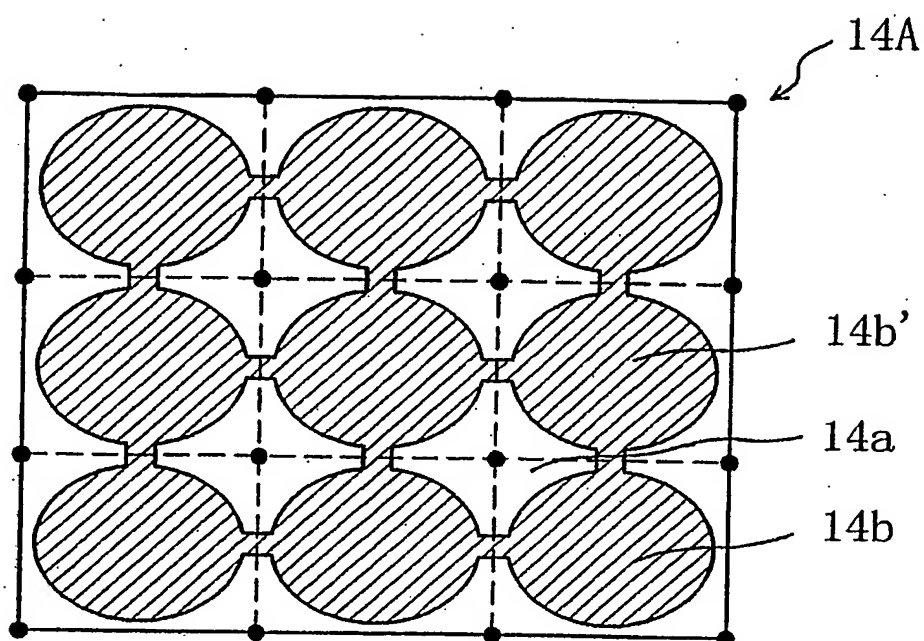
(c)



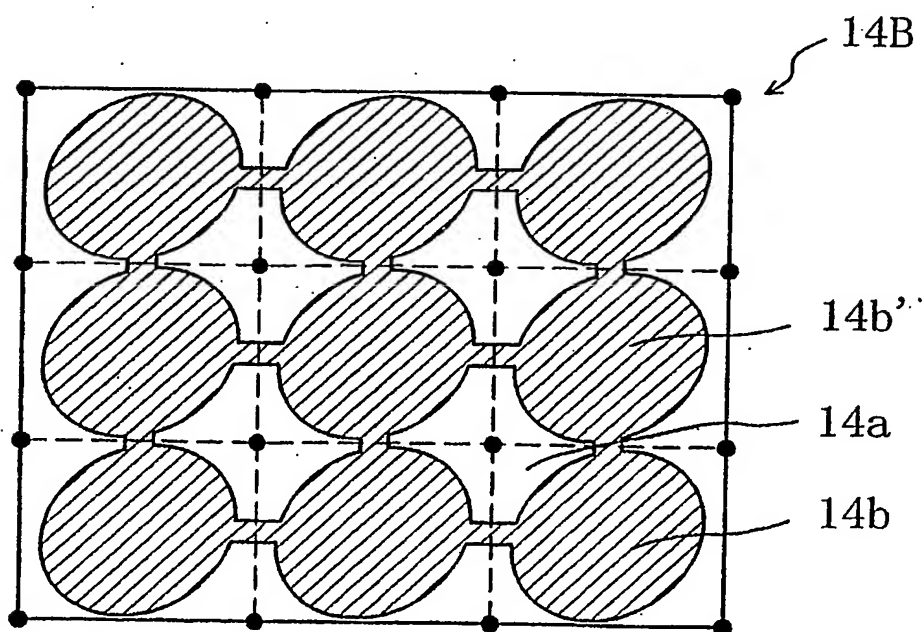
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 6

(a)



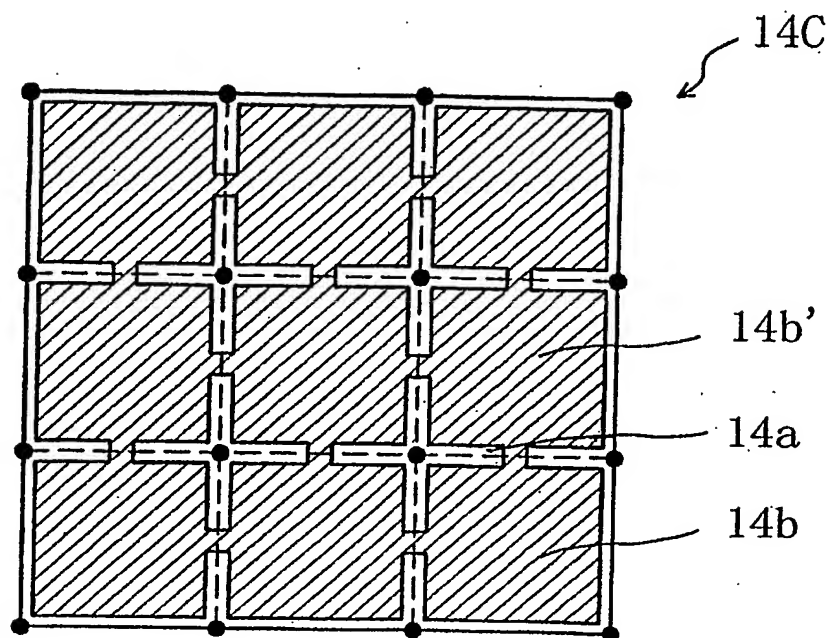
(b)



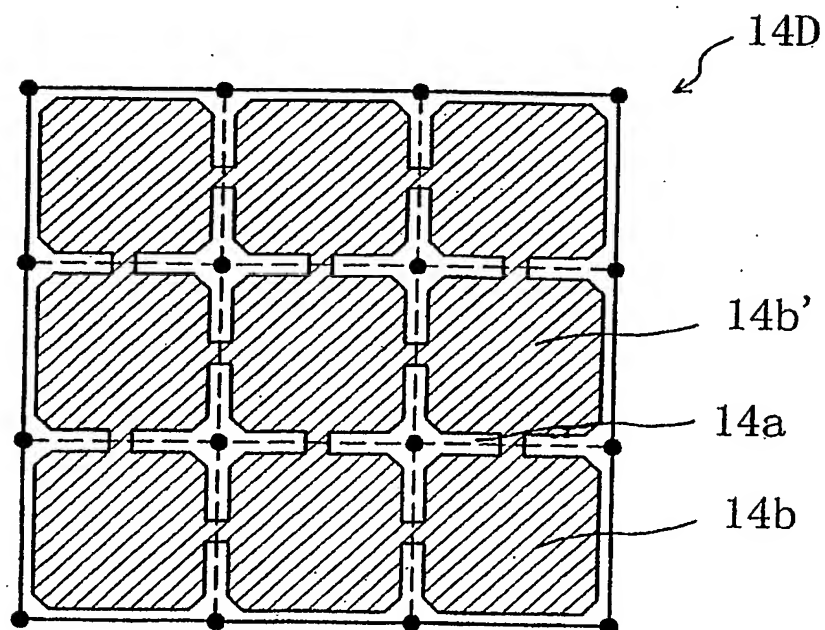
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 7

(a)



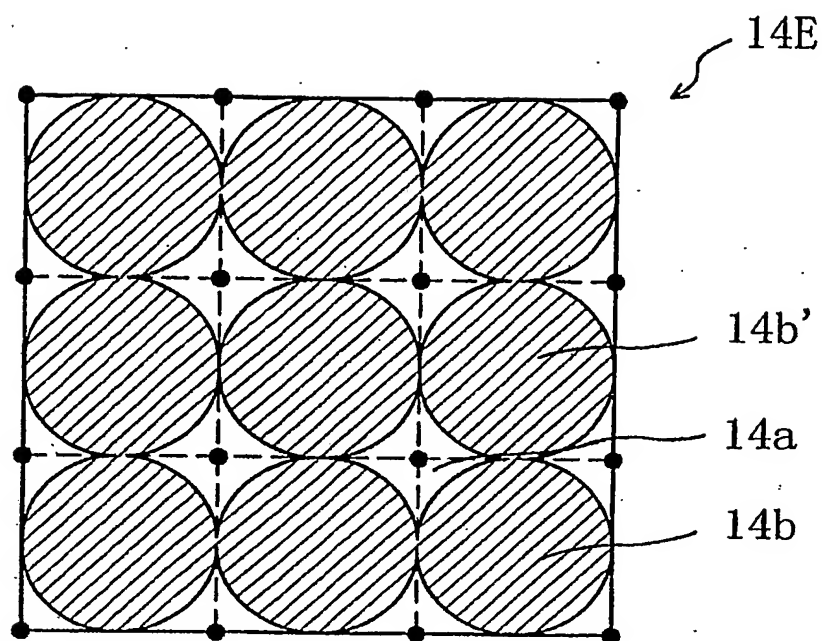
(b)



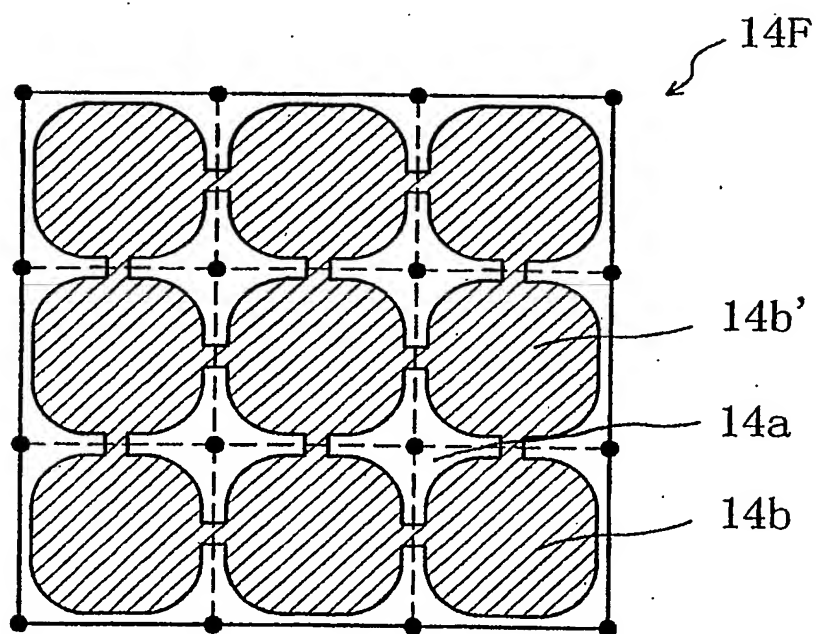
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 8

(a)



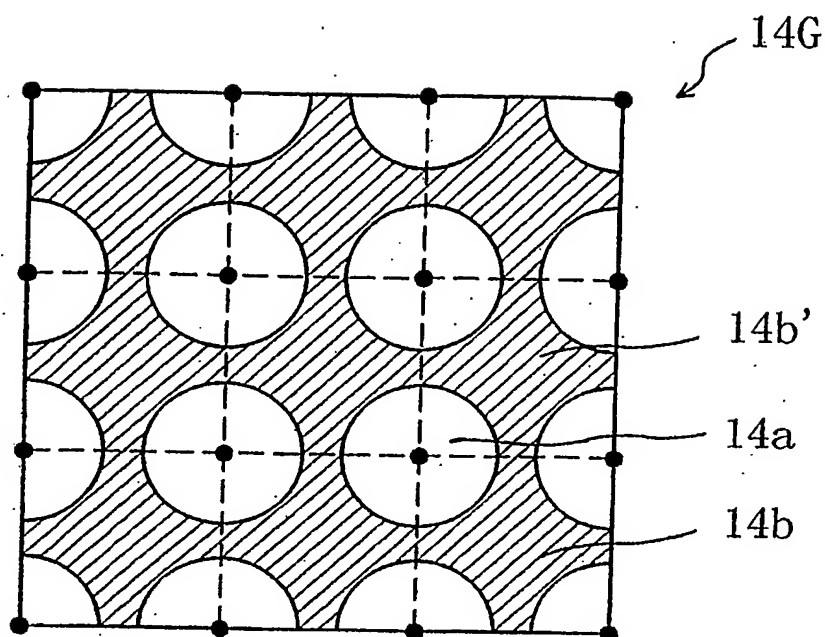
(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



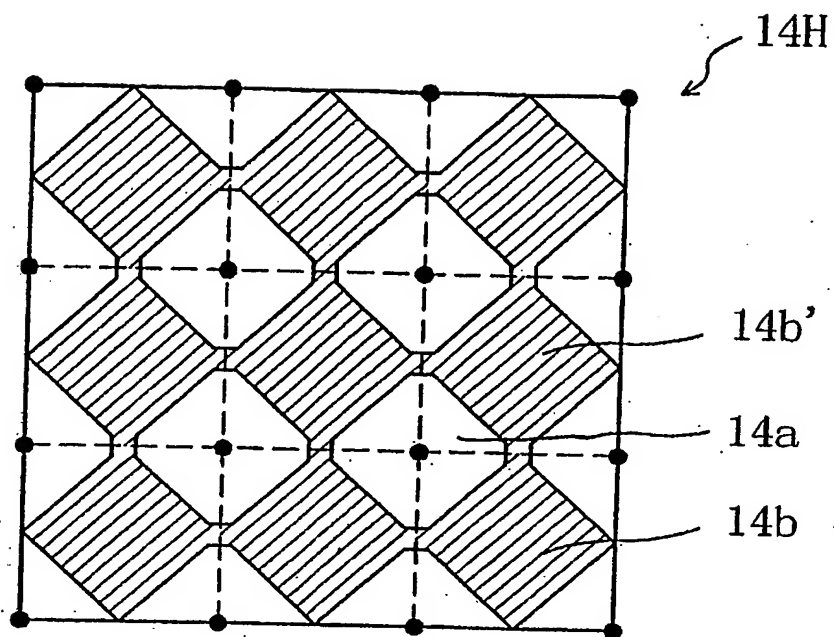
図 9



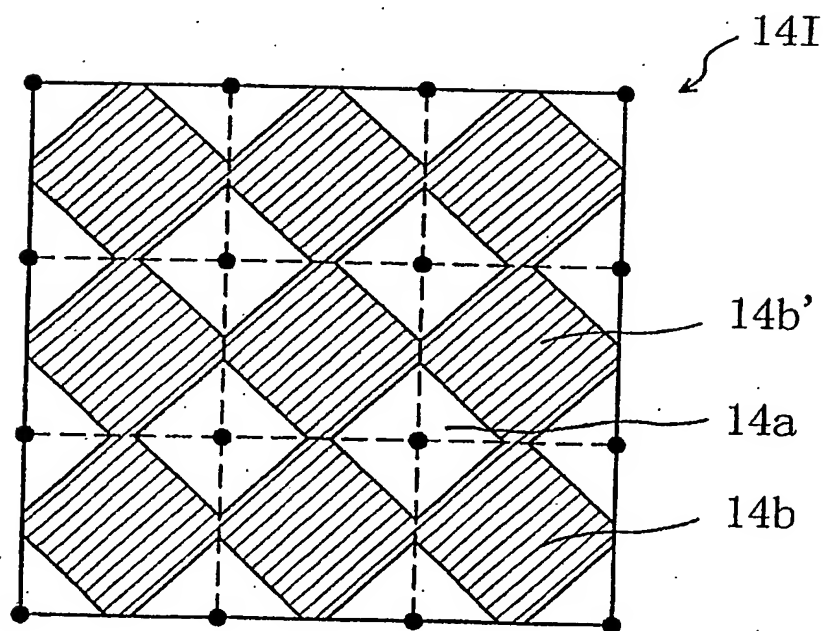
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

10

(a)



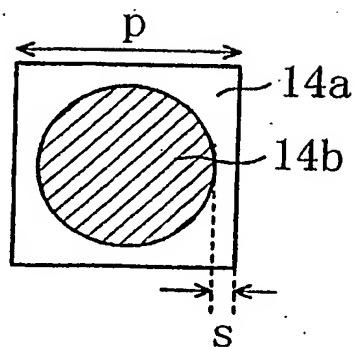
(b)



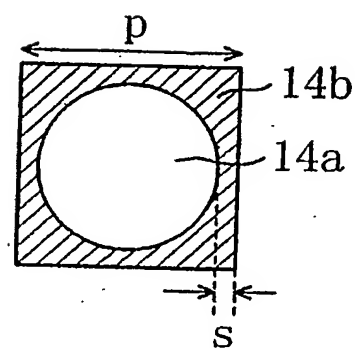
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 11

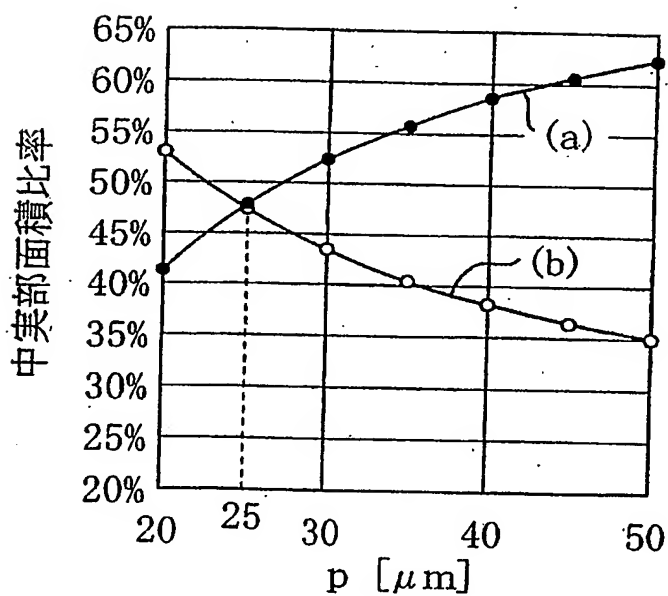
(a)



(b)



(c)

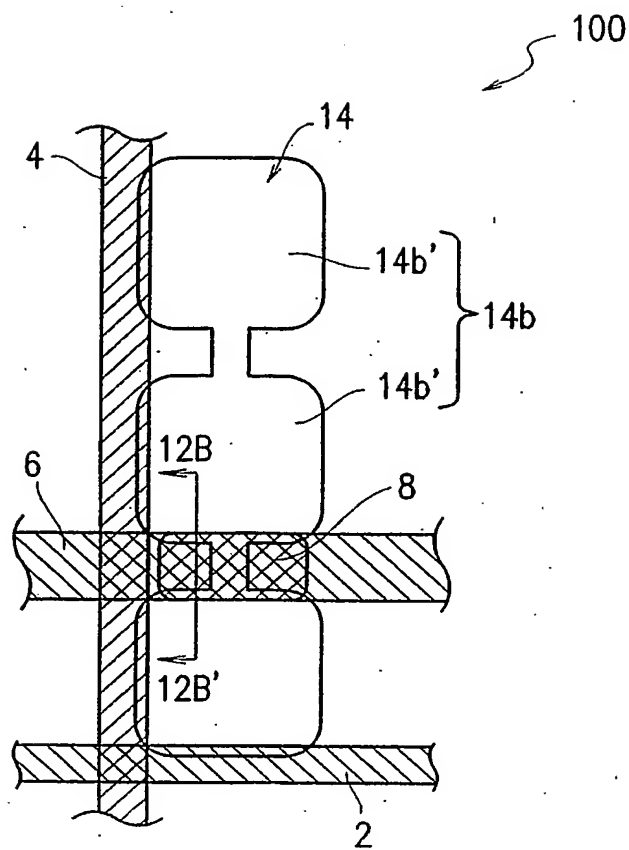
(a)  $s = 2.75 \mu\text{m}$ (b)  $s = 2.25 \mu\text{m}$

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

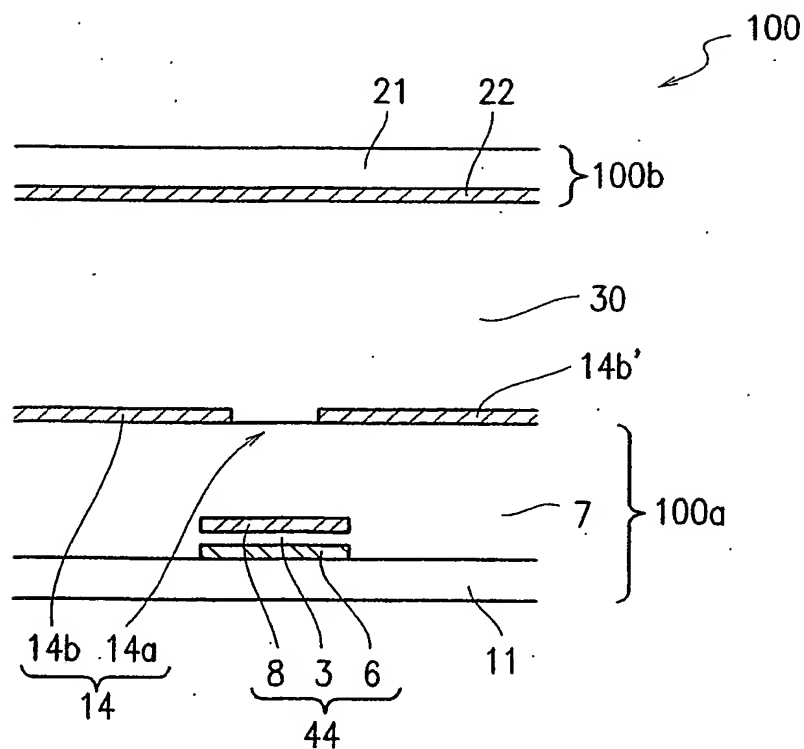
**THIS PAGE BLANK**

12

(a)



(b)



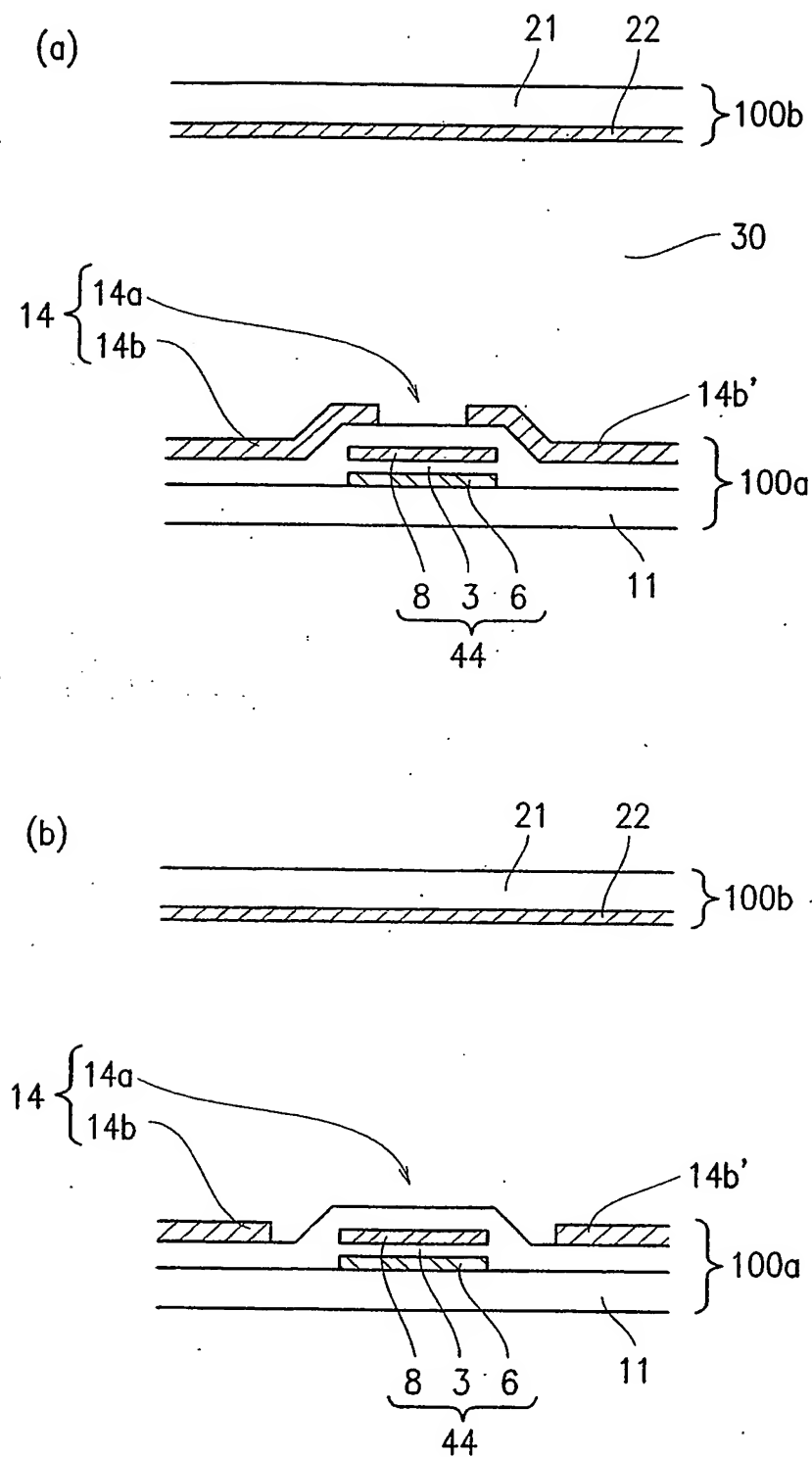
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

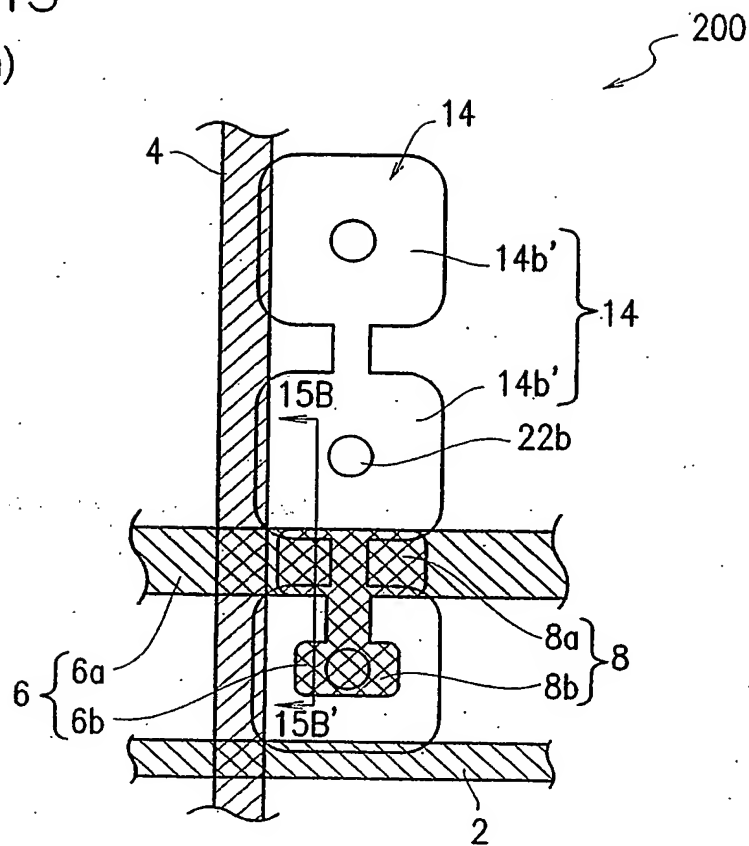
図 14



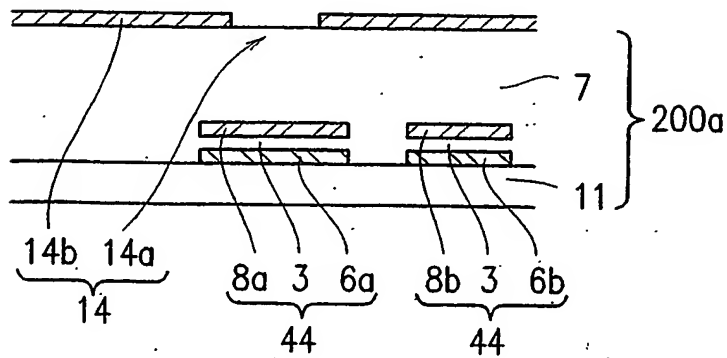
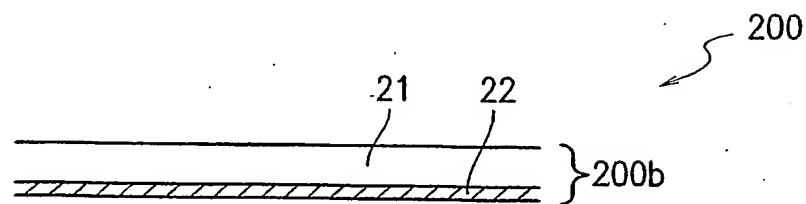
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 15

(a)

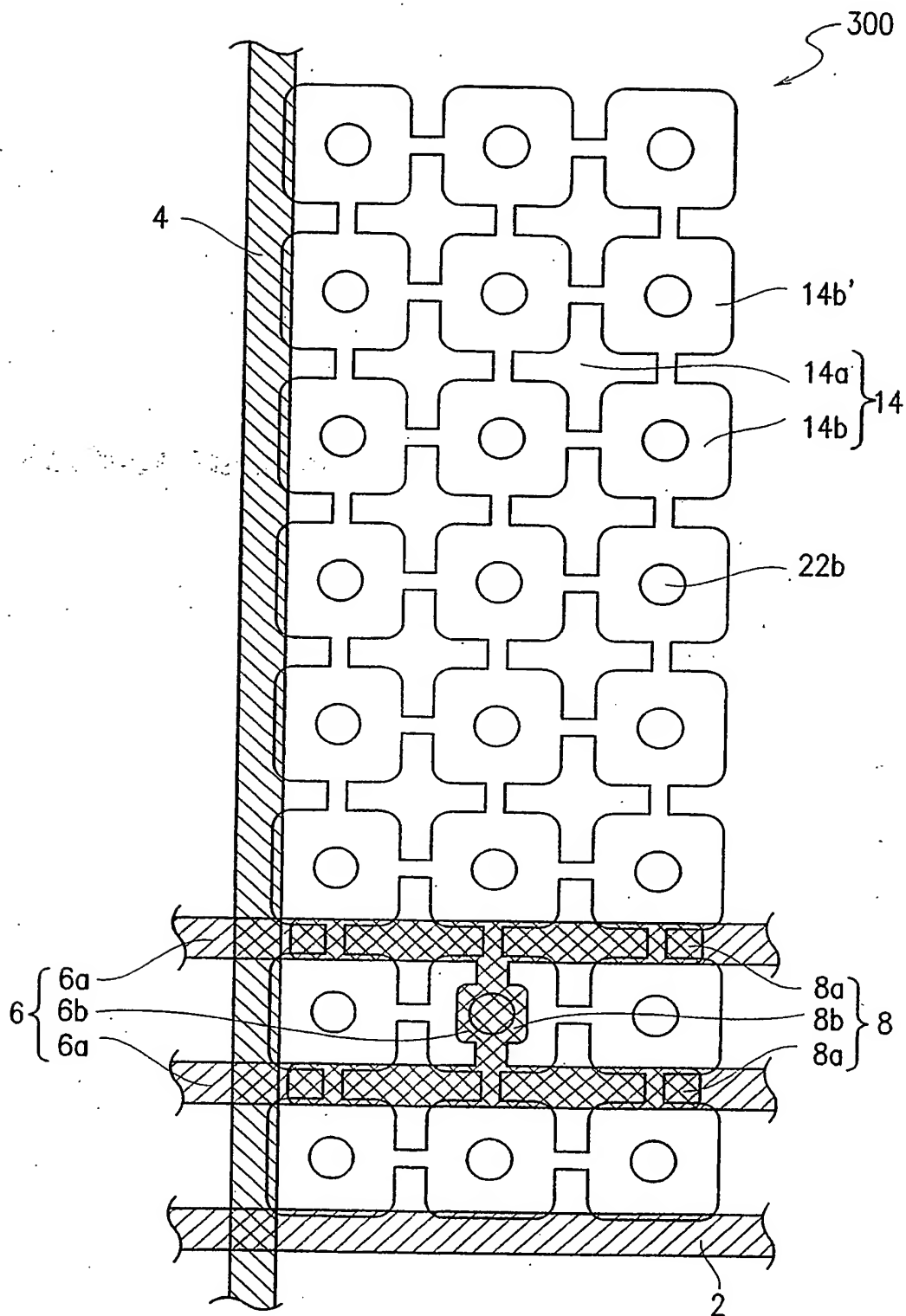


(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

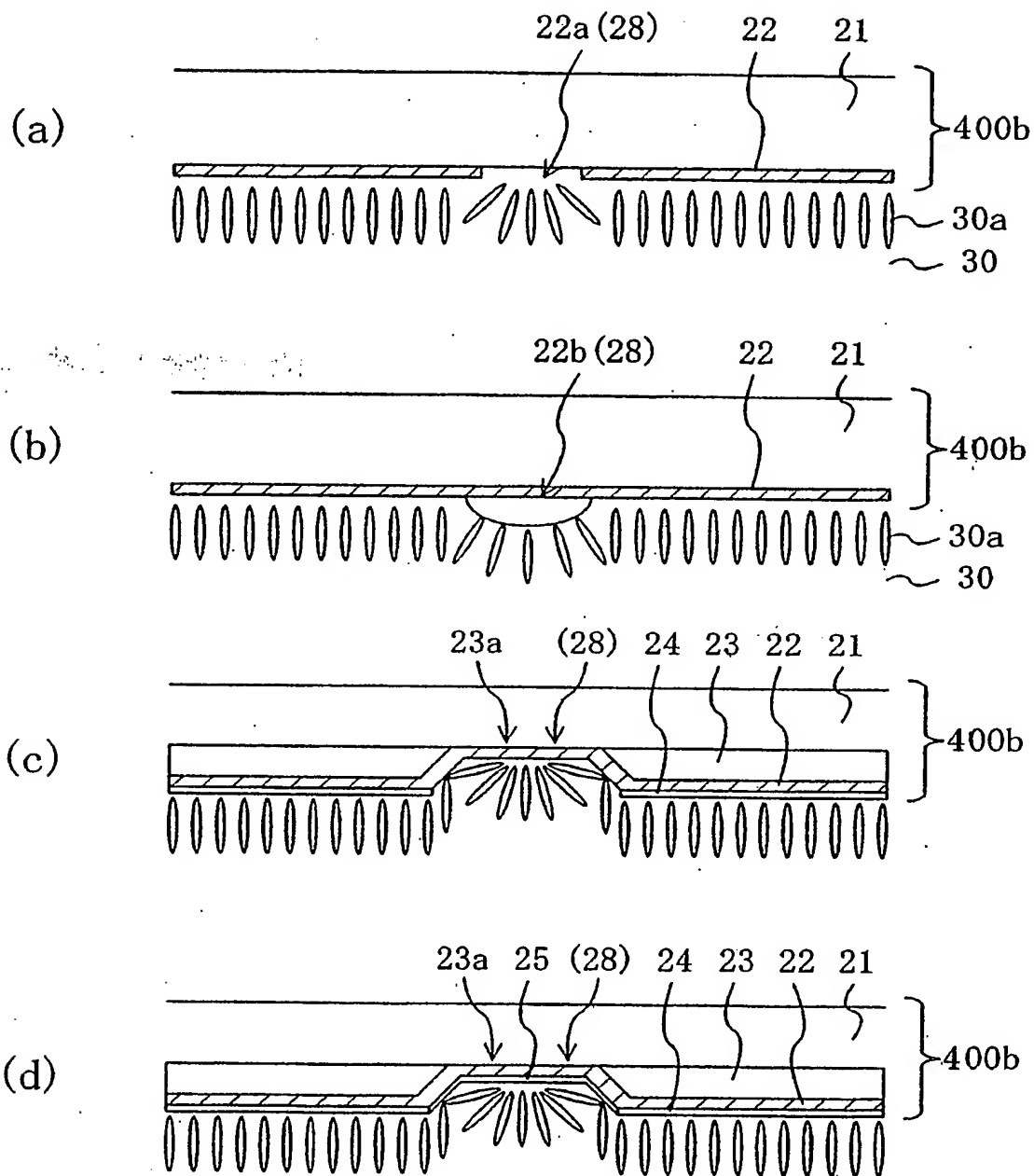
16



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

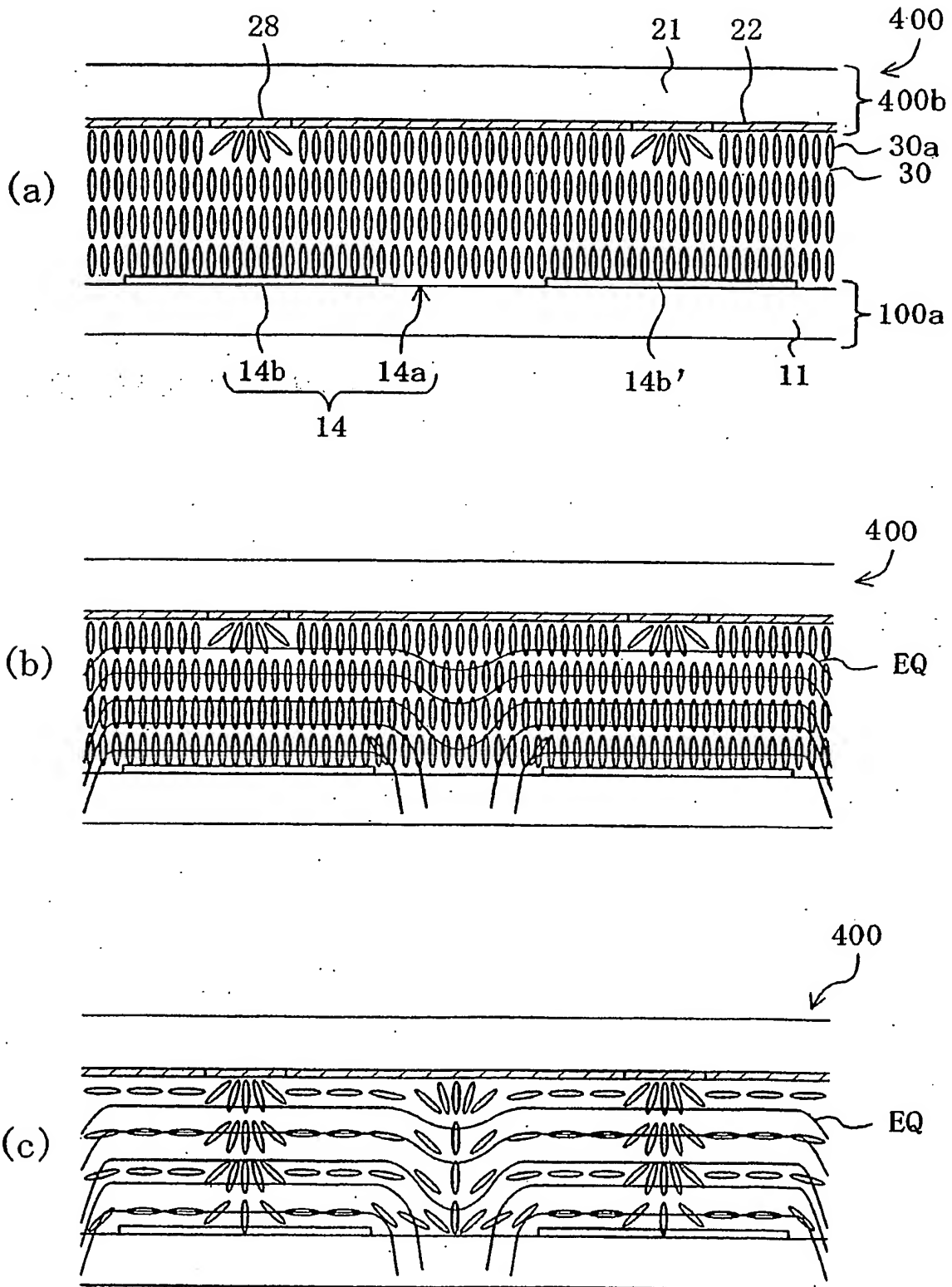


図17



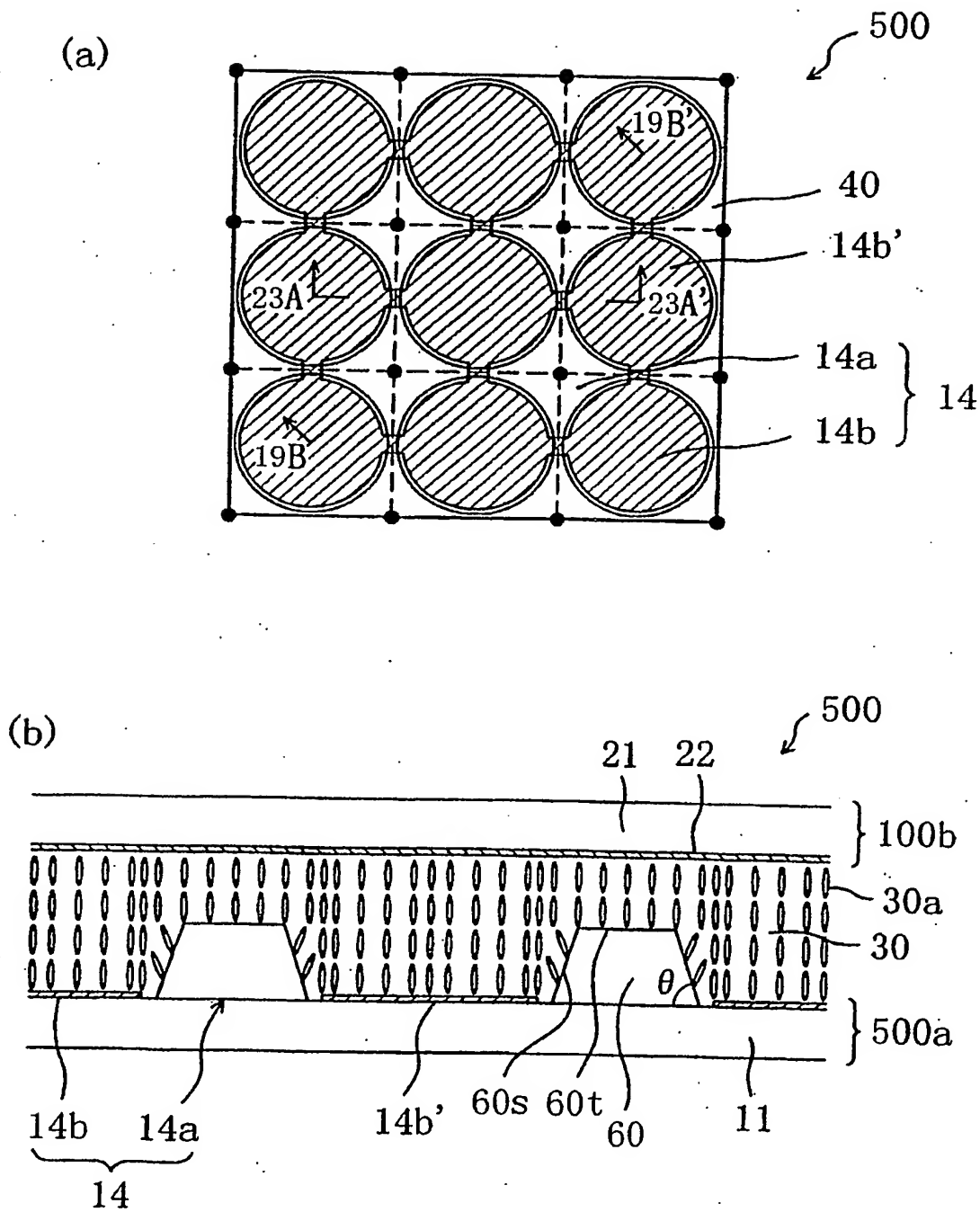
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 18



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

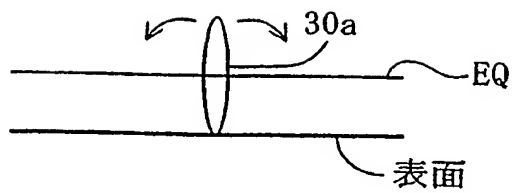
図 19



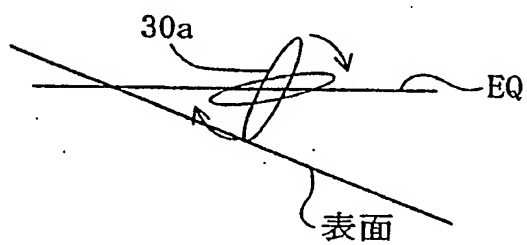
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 20

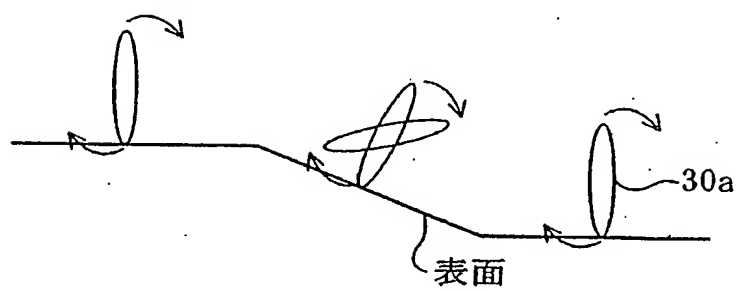
(a)



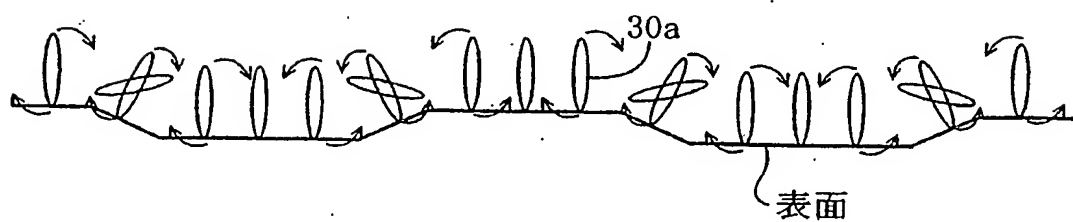
(b)



(c)



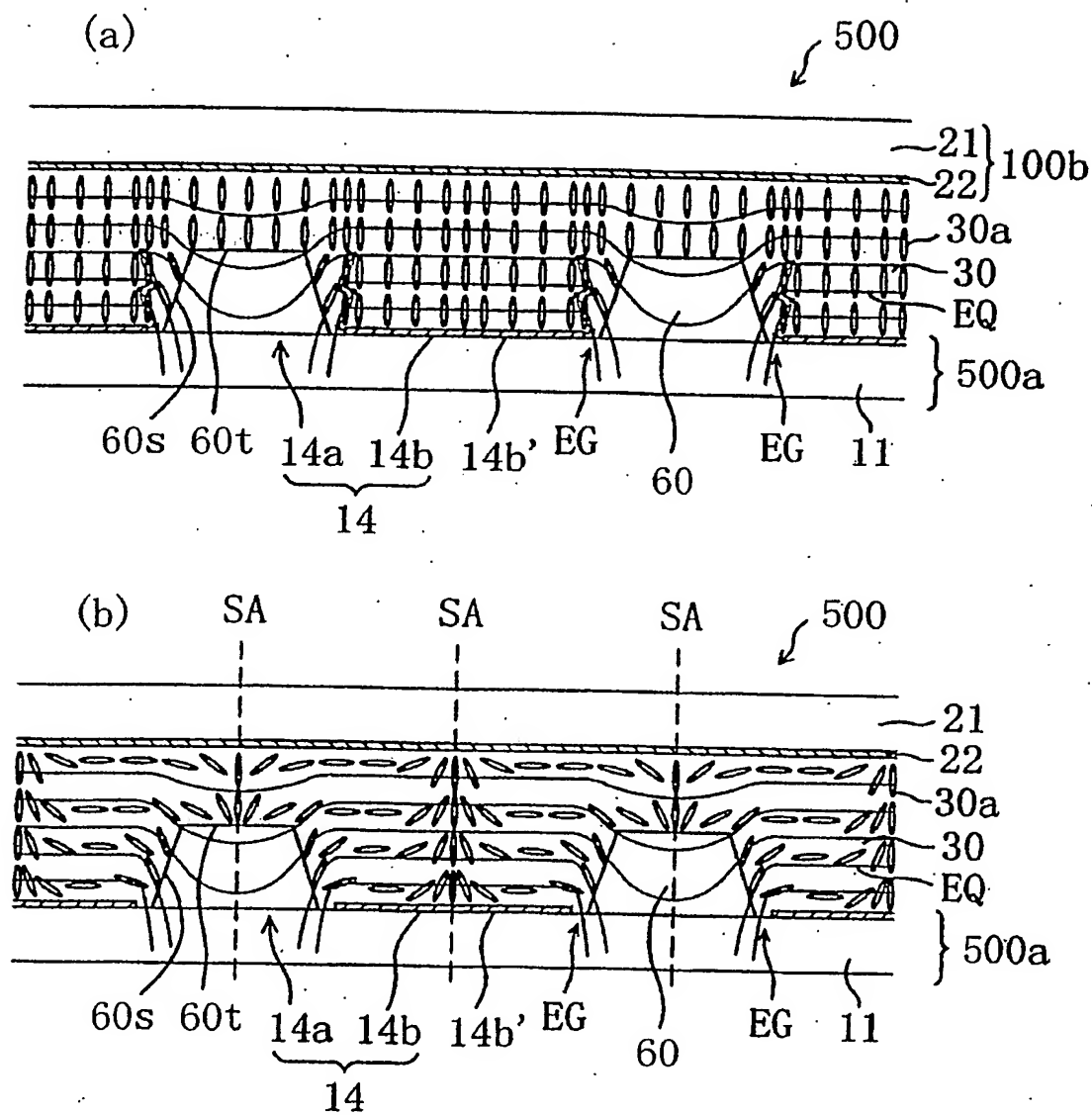
(d)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

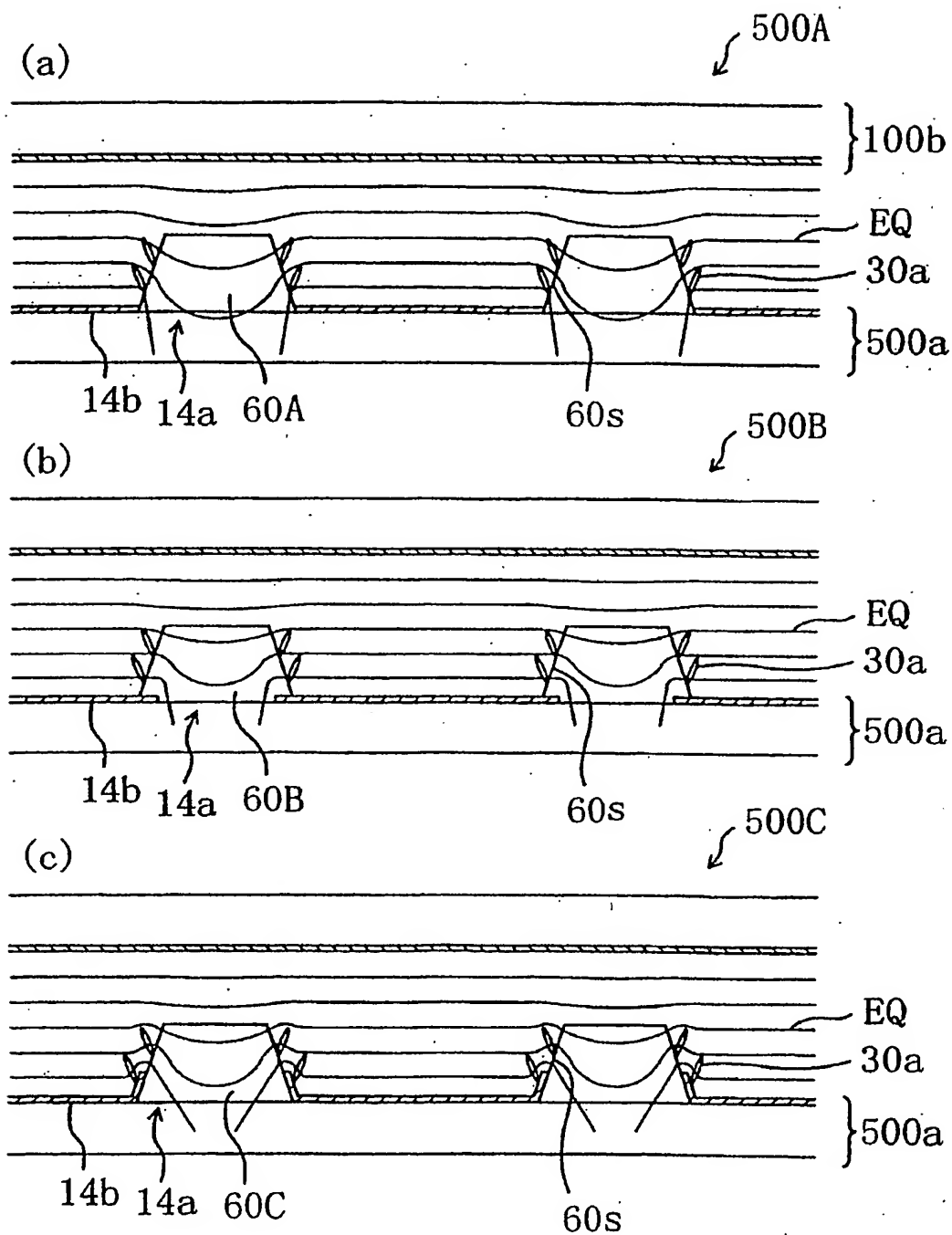


図 21



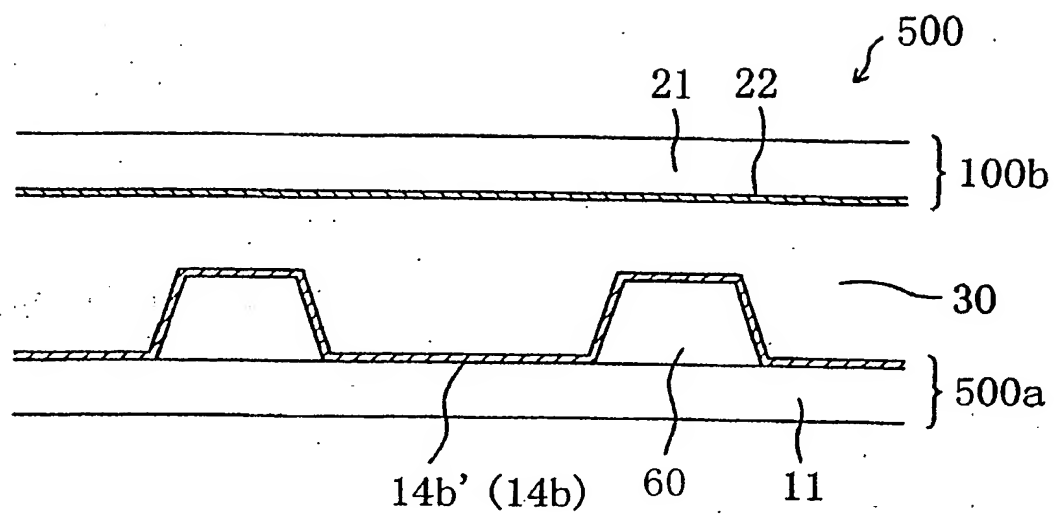
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 22



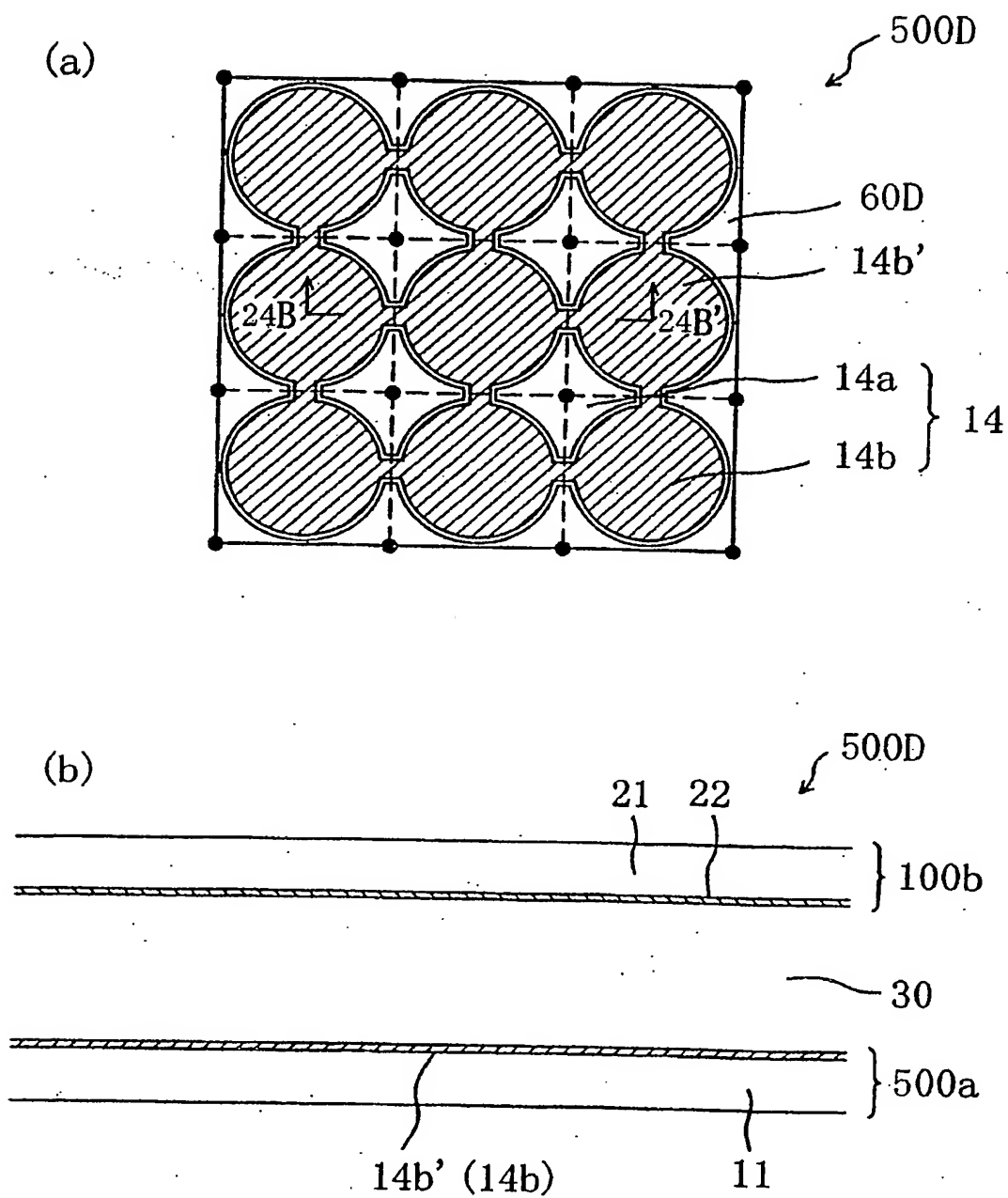
**THIS PAGE BLANK** (USPTO)

図 23



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

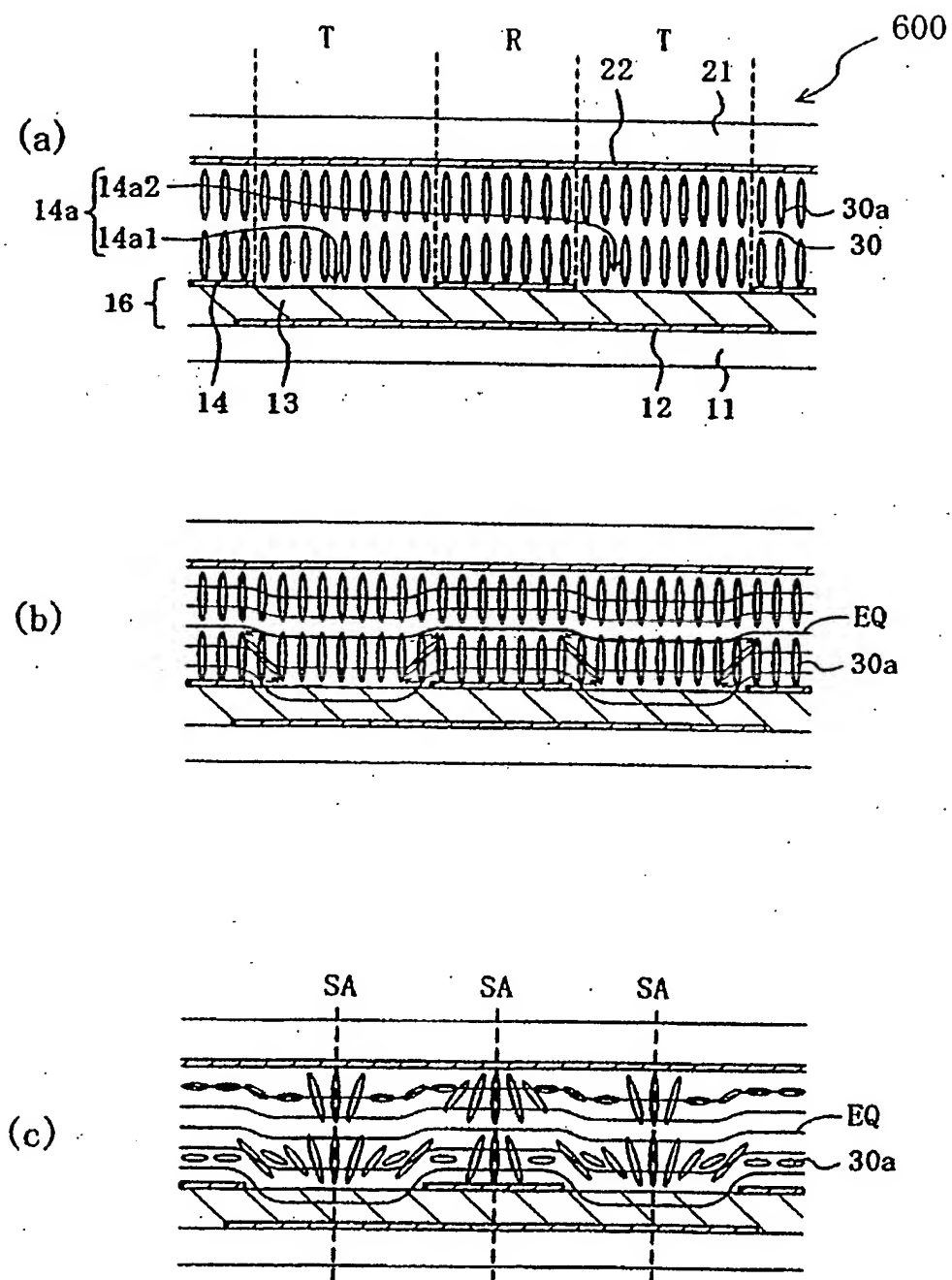
図 24



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

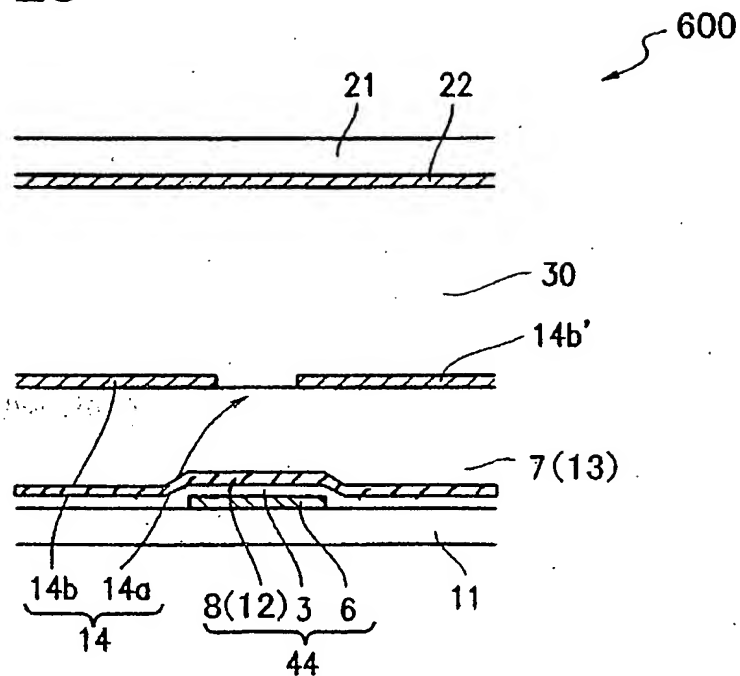


図 25



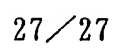
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 26



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

图 27



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**